

КОТ 12+ ШРЁДИНГЕРА

СПЕЦИАЛЬНЫЙ
НОМЕР
ОКТЯБРЬ 2017



БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ

СЧАСТЬЕ, ЛЕКАРСТВА,
ЕДА, ГЕНОМ,
КОСМОС, ЛИЦА
И ДРУГИЕ ЧАСТИ
ОЦИФРОВАННОГО
МИРА



Программа Всероссийского
Фестиваля НАУКА 0+

Энергия Будущего



реклама

En+ Group (www.enplus.ru) – ведущий мировой вертикально-интегрированный производитель гидроэлектроэнергии и алюминия. Включает в себя крупнейшую в мире частную энергетическую компанию «Евросибэнерго». В компании активно ведется разработка инновационных проектов: разработке солнечных панелей нового поколения на основе перовскита, натрий-ионных и алюминий-ионных систем хранения энергии и технологии однопроводной передачи электроэнергии. Инноваторы также занимаются проектами, связанными с обеспечением инфраструктуры для электромобилей.

В 2016 году En+ Group в сотрудничестве с корпоративным университетом «Евросибэнерго» и крупнейшими вузами Сибири запустила проект «Энергия будущего» (en.plus), образовательный проект о будущем. Лекции проекта читают известные специалисты в энергетике, климатической экономике, психологии, big-data.

» ЖИВОЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ ФЕСТИВАЛЯ НАУКИ «

КОТ ШРЁДИНГЕРА

Журнал «Кот Шрёдингера»
Специальный номер. 2017

Учредитель и издатель

ООО «Дирекция Фестиваля науки»
Адрес: 119992, г. Москва,
Ленинские горы, д. 1, стр. 77
Тел.: (495) 939-55-57
E-mail: korobka@kot.sh
Сайт: www.kot.sh

Свидетельство о регистрации:
СМИ ПИ № ФС77-59228 от 4 сентября 2014 г.
выдано Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологи-
гий и массовых коммуникаций.
Для читателей старше 12 лет.

Издатель

ООО «Дирекция Фестиваля науки»

Редакция

ООО «Наупринт»
Адрес: 119992, г. Москва, Ленинские горы,
д. 1, стр. 77; тел: (495) 220-64-92

Главный редактор:
Григорий (Витальевич) Тарасевич
Редакторы: Евгения Береснева,
Андрей Константинов, Алёна Лесная,
Светлана Скарлош, Светлана
Соколова-Михайлова
Главный художник: Глеб Капустин
Дизайнер: Сергей Лемешко
Фотослужба: Марина Гордеева
Вёрстка: Влад Груненок
Литературный редактор:
Мария Кисовская
Администрация: Антон Будников
Соиздатель: Светлана Малахова

В работе над журналом принимали участие:
Мария Антонова, Елена Байтингер, Никита
Лавренов, Артём Попов, Вероника Рочева,
Алексей Смагин, Катя Шестакова и другие
хорошие люди.

Отпечатано в ОАО «Полиграфический
комплекс "Пушкинская площадь"»
109548, Москва, ул. Шоссейная, д. 4Д
Тираж: 50 000 экз.
Цена свободная

Журнал выходит при поддержке Министер-
ства образования и науки РФ.
Перепечатка материалов невозможна
без письменного разрешения редакции.
При цитировании ссылка на журнал
«Кот Шрёдингера» обязательна.
Подписано в печать 1 октября 2017 г.
Редакция не несёт ответственности
за содержание рекламных объявлений.
Мнение авторов не всегда совпадает
с мнением редакции.

© ООО «Дирекция Фестиваля науки», 2017

ПОДПИСКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ

8 (495) 961-68-53

Татьяна Каличкина,
«Инфо Маркет Сервис»

Мяу-мяу-мяу!

Сюрприз. Эта колонка будет необыч-
ной. Впервые в истории журнала я не
стану баловать вас собственными
изычными рассуждениями, а предо-
ставлю слово достойному единомыш-
леннику. Однажды утром я нашёл
в коробке письмо, прочёл его, взволно-
ванно подёргал ус и не колеблясь об-
ратился к редакторам с просьбой опу-
бликовать это послание. Они любезно
согласились. Вот оно:

«Здравствуй, дорогой Кот! Меня зо-
вут Маша, мне 26 лет, я работаю ре-
дактором в серьёзном журнале, чи-
таю лекции школьникам и студен-
там, вхожу в оргкомитет крупного об-
разовательного проекта и не боюсь
сказать: я ничего толком не знаю про
большие данные. Могу только дога-
дываться.

Если вдуматься в смысл словосоче-
тания “большие данные”, понимаешь,
что речь идёт об объёме информации,
но... Если весь мир так или иначе со-
стоит из информации, то с какой её
частью работают те, кто занимается
большими данными? Откуда и зачем
они её берут, как классифицируют
и что потом делают с результатами?
Какое практическое применение мо-
жет быть у больших данных? И, кста-
ти, как называются люди, работаю-
щие с ними? Бигдаты? Бигдатысты?
Большеданники? Большевики?

Когда мне было пять лет, я прочита-
ла, что система счёта у первобытных
людей была такая: “один-два-много”.
Им хватало. Выходит, это самое “мно-
го” было для них большими данными.
А что же “много” для нас? Если про-
стых чисел бесконечно много, значит,
большие данные тоже бесконечны?
И в чём их считают?

В те же пять лет я любила советский
мультик про Дюймовочку. Есть в этой
мелодраме такой момент: полевая
мышь, у которой живёт главная героиня,
сватает её за соседа, состоятель-
ного крота, и тот решает прикинуть
расходы на семейную жизнь. “Поло-
вина зёрнышка в день — это немного.
А в год? В году 365 дней, по полови-
не зёрнышка получается 182,5 зерна.
В год получается не так уж и мало”, —
рассуждает не в меру бережливый
крот, щёлкая костяшками счётов.

Так вот, можно ли утверждать, что он
работал с большими данными? Кста-
ти о счётах. На какой аппаратуре ра-
ботают реальные специалисты по
большим данным? На супермегаком-
пьютерах, оснащённых сверхпроизво-
дительными программами, или есть
что-то другое?

Интуиция подсказывает, что с боль-
шими данными сталкивается каждый
из нас. Накануне 1 сентября я долго не
могла вызвать такси через приложе-
ние — то тариф на поездку был выш-
шен в три раза, то свободных машин
не было. Откуда какое-то приложение
знает, где находится пассажир? Как
выбирает идеальный маршрут и опре-
деляет стоимость поездки? Кто или
что стоит за рекомендациями о кни-
гах, фильмах, концертах? И ведь эти
рекомендации не раз выручали меня:
я находила людей, чьи имена не пом-
нила, выгодно покупала билеты, ока-
зывалась на мероприятиях, о кото-
рых всегда мечтала. Думаю, без вол-
шебства больших данных тут не обо-
шлось. Что же они такое на самом
деле?»

Мда. Ну что ж, всегда любопытно
узнать, какого рода вопросами об
устройстве мира задаются неглупые
люди в редкие минуты досуга. Лич-
но я с тех пор, как уважаемые колле-
ги сообщили о намерении сделать но-
мер «про большие данные», спраши-
ваю себя о том же, что и Маша.

Удалось ли мне найти точные, ис-
черпывающие ответы? Скорее всего
нет. Ведь, как это бывает, завтрашний
день поставит новые вопро-
сы, а большие данные
станут ещё больше.
Я привык к мысли,
что погоня за исти-
ной — процесс бес-
конечный. Так что
желаю нам всем,
особенно Маше,
терабайтов силы
духа и петабай-
тов воли в не-
лёгком деле
поиска ответов.

Мур.





Мир в терабайтах

«Большие данные — это **ПОТОК ОПЫТА**»

Британский учёный Джеффри Болтон — президент комитета по данным в области науки и технологий (Committee on Data for Science and Technology, CODATA) в составе Международного совета по науке — поделился с «КШ» мыслями о том, как большие данные меняют мир и нас с вами.

Порой люди размышляют, как на самом деле связаны между собой те или иные явления. Бывает, что поиск скрытых закономерностей приводит к научным проры-

вам. Достаточно вспомнить, как были открыты закон всемирного тяготения, генетический код или тектоника плит.

Когда на смену дискам и кассетам пришли цифровые запоминающие устройства, стоимость хранения данных снизилась, скорость проведения операций — возросла, а коммуникация между людьми стала глобальной и мгновенной. Мы стали получать огромное количество самых разных данных.

Появилась новая, уникальная возможность исследовать глубинные закономерности явлений, ставить перед собой новые вопросы. Ну а правильно поставленные вопросы — ключ к научным открытиям.



0,5

ПРОЦЕНТА

всех существующих данных проанализировано на сегодняшний день. Примерно, конечно.

Джеффри Болтон. Профессор, офицер ордена Британской империи, почётный королевский профессор геологии Эдинбургского университета, действительный член Королевского общества и Королевского общества Эдинбурга, президент комитета по данным в области науки и технологий (CODATA) в составе Международного совета по науке (International Council for Science). Профессор Болтон занимается исследованиями в области геологии и гляциологии. Возглавляет крупный проект по изучению ледяного щита Антарктиды. Его научная работа часто связана с большими объёмами разнообразных данных.

↓ Термин «**большие данные**» — **big data** — впервые использовал в публичном докладе в 1998 году **Джон Мэши**, ведущий исследователь компании **Silicon Graphics**. Доклад назывался «**Большие данные и новая волна инфростресса**». Под инфрострессом Мэши понимал нагрузку на компьютерные системы, которую создадут растущие объёмы данных.

Компьютеры позволяют моделировать чрезвычайно сложные системы: человеческий мозг или прогноз погоды, а большие данные помогают описать эти системы с потрясающей точностью.

В каких сферах жизни, в каких областях науки большие данные сейчас наиболее востребованы? В первую очередь в политике, государственном управлении, торговле (например, изучение привычек покупателей), логистике. В науке это прогноз погоды, генетика и геномика, наблюдение за поверхностью Земли, экология, сердечные и инфекционные заболевания, сфера медицинских услуг, исследование человеческого поведения, ликвидация последствий стихийных бедствий.

В ценности и силе больших данных убеждаются сегодня отдельные люди, компании, университеты, исследовательские институты и даже правительства.

Постоянный поток данных позволяет машине оценивать и корректировать свои ответы. Иными словами, она учится так же, как человек — посредством опыта.

Но, в отличие от людей, компьютерам устоявшиеся представления не мешают учиться на новом опыте. Машинное обучение могло бы играть доминирующую роль в нашей жизни уже в самом скором времени.

Большие данные, которые некоторые компьютеры получают в процессе обучения, — это поток опыта. Некоторые компьютеры получают за минуту ровно столько же опыта, сколько человек за всю свою жизнь.

Роботы, способные обучаться, могут решать задачи, которые всегда считались по плечу лишь человеку, — причём с гораздо большей скоростью и намного точнее. Огромные потоки данных приближают появление искусственного интеллекта.

Обучающиеся машины могли бы взять на себя задачи из области управленческой работы, аудита, финансовых операций. Они могли бы оказать огромное влияние на рынок труда.

Глобальные вызовы современного мира чрезвычайно сложны, хаотичны, нелинейны и непредсказуемы. К этим вызовам относятся, в частности, изменение климата и будущее сельского хозяйства. Большие данные и цифровая революция дают нам инструменты, которые могли бы сделать мир устойчивым и справедливым. Без этих инструментов наши шансы на выживание невелики.

Благодаря микроскопу мы можем изучать окружающий мир гораздо детальнее, чем невооружённым глазом, замечать неочевидные закономерности. В этом смысле большие данные подобны миру, который нидерландский изобретатель Антони ван Левенгук первым увидел в свой микроскоп в 70-е годы XVII века. 🐾



За помощь в подготовке текста благодарим Научно-инновационную сеть Великобритании в России (UK Science and Innovation Network in Russia).



в 2003 количество данных, созданных человечеством за один год, составило примерно 5000000000 DVD.

в 2011 мы генерировали такое количество данных каждые 2 дня.

в 2014 каждые 10 минут.

в 2016 каждые 2 секунды.

в 2003 году впервые был секвенирован геном человека. на это ушло свыше **10** лет и **3** миллиардов долларов. сегодня эта процедура занимает **2** дня и стоит **1000** долларов.





Сколько?

// БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ ИЗМЕРЯЮТСЯ ТЕРАБАЙТАМИ, ПЕТАБАЙТАМИ И ДАЖЕ ЭКСАБАЙТАМИ. ДАВАЙТЕ ПОПРОБУЕМ ПРЕДСТАВИТЬ, КАК ЭТО ВЫГЛЯДИТ.

1 БИТ

Компьютеры оперируют двоичной системой счисления, где есть только нули и единицы. Представьте клеточку в тетради, где можно нарисовать либо 0, либо 1,— это и будет бит, минимальная единица информации. Однобитный ответ невесты на вопрос жениха: «Согласна ли ты выйти за меня?» предполагает либо «да» [1], либо «нет» [0].

1 БАЙТ = 8 БИТ

Состоит из восьми битов, то есть представляет собой последовательность из восьми нулей и единиц, расставленных в произвольном порядке: 00000001, 00001110... Если коротко, байт равен двум в степени восемь. Следовательно, вопрос из предыдущего пункта, адресованный восьми невестам сразу, предполагает

ет 256 вариантов ответа вместо двух.

1 КИЛОБАЙТ = 1024 БАЙТА

Страница текста в редакторе Word весит 10–20 Кбайт. Небольшая картинка содержит порядка 30 Кбайт информации.

1 МЕГАБАЙТ = 1024 КИЛОБАЙТА

Музыкальный трек весит 3–10 Мбайт. Популярная песня Дэдди Янки Despacito занимает 9 Мбайт в формате mp3. Фотография хорошего качества — 10 Мбайт.

1 ГИГАБАЙТ = 1024 МЕГАБАЙТА

Гбайт в месяц — типичный трафик мобильного интернета на телефоне рядового юзера. Этого объема до-

статочно, чтобы в течение 30 дней пользоваться социальными сетями, иногда слушать онлайн-музыку, посмотреть несколько видео на ютубе, регулярно постить истории и листать ленту в инстаграме и даже пару раз сыграть в Сети. Примерно гигабайт весит полуторачасовой фильм среднего качества.

1 ТЕРАБАЙТ = 1024 ГИГАБАЙТА

Терабайт — объем, с которого начинаются реально большие данные. 1–2 Тбайта — объем жёсткого диска на современном компьютере. На Большом адронном коллайдере исследователи стремятся получать 27 Тбайт необработанных данных в день.

1 ПЕТАБАЙТ = 1024 ТЕРАБАЙТА

Весь ютуб весит примерно 5 петабайт. Объем оперативной памяти самого производительного в мире суперкомпьютера — китайского

Sunway TaihuLight — 1,3 петабайта.

1 ЭКСАБАЙТ = 1024 ПЕТАБАЙТА

Суммарный объем данных, которыми оперирует компания «Яндекс», измеряется эксабайтами. Имеется в виду не только поиск, но и остальные сервисы.

1 ЗЕТТАБАЙТ = 1024 ЭКСАБАЙТА

Мировой объем интернет-трафика в 2016 году перешагнул отметку в зеттабайт. По прогнозу компании Cisco, удвоение этого объема произойдет в 2019 году.

1 ЙОТТАБАЙТ = 1024 ЗЕТТАБАЙТА

ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) — международная организация, регулирующая вопросы, связанные с интернетом, — прогнозирует, что к концу XXI века количество информации в мире составит более четырех йоттабайт.

7 слов

Краткий справочник **терминов**, которые нужно знать, чтобы лучше ориентироваться в мире **больших данных**

Биг Даты

Как употреблять

С точки зрения транскрипции правильно говорить «биг дэйта», но если вы скажете «биг дата», криминала не будет — такой вариант произношения уже прижился, и, не исключено, именно он однажды войдёт в словари как нормативный вариант.

Big Data

Почему data, а не datas, ведь «данные» — их много? Отвечаем: слово data является заимствованием из латинского языка, где множественное и единственное число образуются не так, как в английском, и data — это как раз форма множественного числа от datum. В общем, говорить «дата» можно, а «даты/дэйты» нет. Русский эквивалент — «большие данные» — тоже уверенно вошёл в оборот, хоть он и в два раза длиннее.

«**Б**ольшие данные — это когда больше терабайта», «большие данные — это объём информации, который невозможно обработать на одном компьютере», «большие данные — это новая нефть». Сколько людей, столько и определений big data. Формальной дефиниции не существует: неясно, где проходит граница между большими и просто данными.

Изначально понятие big data описывалось через три V: объём (volume) — очень много информации; скорость (velocity) — данные быстро увеличиваются и обрабатываются; многообразие (variety) — в работу идут и числа, и тексты, и графические образы, и другие виды данных, в том числе неструктурированных.

Потом количество V увеличилось: аналитики предложили добавить veracity — достоверность; viability — жизнеспособность; value — ценность для экономики, науки и общества; variability — переменчивость; visualization — возможность образного представления.

Ясно одно: речь идёт не просто о горах данных, которыми зачем-то забивают сервера научные лаборатории и коммерческие компании. Люди стремятся не только накапливать терабайты информации, но и извлекать из них пользу. Поэтому big data — это не столько про объём, сколько про подходы, инструменты, методы обработки данных, которые помогают добыть из тонн цифровой «руды» грамм «золота». Например, в квинтиллионах информации, собираемой телескопами NASA, найти следы новой планеты.



Data science

Это наука о методах анализа данных и извлечения из них ценной информации. Data science как академическая дисциплина формируется с начала 2010-х. Чтобы стать специалистом в этой области, необходимо прежде всего быть отличным математиком — знать матмоделирование, матстатистику, комбинаторику, теорию графов и многое другое. Ну и, конечно, уметь программировать. Надо заметить, пока спрос на дата-сайентистов сильно превышает предложение (особенно в России).

КАК УПОТРЕБЛЯТЬ

Чаще всего используется английская версия — «дата сайнс» или «дэйта сайнс». Русский аналог — «наука о данных».

Машинное обучение

«Именно благодаря машинному обучению поисковая машина понимает, какие результаты (и рекламу) показывать в ответ на ваш запрос. Когда вы просматриваете почту, большая часть спама проходит мимо вас, потому что он был отфильтрован с помощью машинного обучения. Если вы решили что-нибудь купить на Amazon.com или заглянули на Netflix в поисках фильма, система машинного обучения услужливо предложит варианты, которые могут прийтись вам по вкусу. С помощью машинного обучения Facebook решает, какие новости вам показывать, а Twitter подбирает подходящие твиты» — с этих слов начинается книга «Верховный алгоритм» исследователя искусственного интеллекта Педро Домингоса.

КАК УПОТРЕБЛЯТЬ

Русское словосочетание «машинное обучение» используется так же часто, как английское machine learning (что-то вроде «мэшин лёрнинг»).



Data mining

Дататаймингом называют как технологию, так и процесс обнаружения в сырых данных неизвестной и полезной информации. Основу data mining составляют всевозможные методы классификации, моделирования и прогнозирования. В научный обиход термин ввёл израильский математик Григорий Пятецкий-Шапиро — ещё в 1989 году.

КАК УПОТРЕБЛЯТЬ

Data mining переводится с английского как «обнаружение знаний в базах данных», что отражает суть понятия, но звучит уж слишком длинно. Поэтому принято говорить «дата/дэйти майнинг», «майнить» — извлекать данные, «намайнить» — извлечь.





Облака

Держать в голове все задачи на день, месяц, год не очень-то удобно, поэтому мы записываем их в блокнот или заносим на виртуальную доску. Точно так же наш компьютер не может хранить на своём диске сотни гигабайт видео, фоток и музыки — их приходится закачивать на такие сервисы, как Google Drive или Яндекс. Диск.

КАК УПОТРЕБЛЯТЬ

Говорят как «облачко»/«облачный», так и cloud (например, cloud computing — облачные вычисления).

Мы имеем постоянный доступ к своим данным — через интернет, но физически они находятся на виртуальных серверах соответствующих компаний. При этом пользователь платит лишь за место в хранилище, а это гораздо дешевле аренды целого сервера. Естественно, для работы с большими данными «облака» просто необходимы.

Суперкомпьютер

Речь идёт о вычислительной машине, значительно превосходящей по техническим параметрам и скорости обработки данных обычные персоналки. Как правило, она представляет собой систему высокопроизводительных компьютеров. Используется для решения задач в самых разных областях науки и технологий: от разработки атомного оружия до моделирования новых лекарств. Самые мощные **российские суперкомпьютеры** — «Ломоносов» и «Ломоносов-2» — находятся в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова.



КАК УПОТРЕБЛЯТЬ

Не раздумывая и не сомневаясь. Это слово начало входить в русский язык ещё в конце 1960-х, когда в СССР появился первый суперкомпьютер БЭСМ-6, способный выполнять 1 млн операций в секунду.



КАК УПОТРЕБЛЯТЬ
Популярен и русский вариант, и английский — internet of things, а также аббревиатура IoT.

Интернет вещей

Вслед за компьютерами и смартфонами в Сеть вышли фитнес-трекеры, чайники, стиральные машины, телевизоры, датчики и сенсоры. И всё же интернет вещей — это не включение света посредством брелка или удалённый спуск воды в унитазе через смартфон. Есть масса примеров внедрения технологий IoT в медицине, спорте, сельском хозяйстве, промышленности. Например, BigBelly — урна, которая предупреждает сотрудников городской службы по уборке мусора, что её пора

опорожнить. Локальная сеть анализирует данные, полученные от каждой урны, что позволяет планировать частоту вывоза бытовых отходов.

В 1990 году выпускник Массачусетского технологического института, один из отцов протокола TCP/IP Джон Ромки создал первую в мире интернет-вещь. Он подключил к Сети свой тостер. Термин «интернет вещей» появился в 1999 году. Ожидается, что в 2020-м IoT объединит более 30 млрд устройств. 🐾

Универсальный солдат big data

Как освоить самую популярную профессию

■ ВЕРОНИКА РОЧЕВА, СВЕТЛАНА СОКОЛОВА-МИХАЙЛОВА
■ АРТЁМ ПОПОВИЧ

Специалисты по большим данным — новые рок-звёзды. Они всем нужны, ими все восхищаются, они умеют делать вещи, со стороны похожие на магию, и являются носителями некоего сакрального знания. При этом стать профессионалом в области data science вполне решаемая задача. Спойлер: главное — начать прямо сейчас. Подробнее — в интервью «КШ» с Константином Воронцовым, одним из ведущих российских специалистов в области анализа данных.

О чём идёт речь?

[КОТ ШРЁДИНГЕРА] Можете простыми словами объяснить, что такое «большие данные»?

[КОНСТАНТИН ВОРОНЦОВ] Этот термин означает, что современные компьютеры могут хранить и обрабатывать беспрецедентно большие — обычно речь идёт о терабайтах — объёмы информации. Но, главное, он знаменует собой скачок в развитии компьютерных технологий, переход количества в качество. Благодаря этому задачи, которые раньше решались плохо, сегодня решаются очень хорошо.

Типичный пример — конкурс по распознаванию картинок ImageNet, который стартовал, насколько я помню, в 2010 году. Участники получили несколько миллионов картинок с комментариями: тысячи людей описывали,



Константин Воронцов, доктор физико-математических наук, профессор РАН, профессор кафедры интеллектуальных систем и заведующий лабораторией машинного интеллекта МФТИ. Автор наиболее известного в России университетского курса лекций по машинному обучению. Заместитель директора по науке компании «Форексис», эксперт компании «Яндекс», сооснователь компании «Айтея».



Задача **распознавания изображений** стара как мир. Её решали ещё в середине прошлого века, но тогда количество ошибок составляло порядка 70%. Потому что речь шла о тысячах картинок...

что они видят на снимках, — машина запоминала соотношения меток и картинок. После этого программисты учили её распознавать, что изображено на фотографиях, где меток не было.

Задача научить компьютерную программу различать объекты на картинках не хуже людей стара, как мир. Её решали ещё в середине прошлого века, но тогда количество ошибок составляло порядка 70%. Потому что речь шла о тысячах картинок. А вот миллион размеченных изображений обеспечил качественный скачок.

В 2012 году уровень распознавания повысился до 12% ошибок, потом дошёл до 5% — это точность на уровне человека, — а затем до 4,5 и 3,5%. Стала возможна автоматизация новых процессов: например, теперь мы мо-

жем поставить камеру, которая будет распознавать номера автомобилей, лица в толпе.

[КШ] То есть изначально в течение длительного времени существовал анализ данных. А потом появился анализ больших данных...

[КВ] Математическая статистика активно развивается где-то с 20–30-х годов XX века. Компьютеров тогда не было, а статистические методы, которые мы сегодня используем, уже зарождались. В 40-х годах начались эксперименты с нейронными сетями. Однако после первых успехов учёные, а вслед за ними и общество разочаровались в попытке создания искусственного интеллекта. Таких волн было несколько. В 80-х придумали алгоритм обучения нейронных сетей. Но следующий прорыв случился только в 2012 году, когда для тренировки программ стали использовать большие выборки данных. То, что называется машинным обучением.

[КШ] Получается, без машинного обучения анализ данных почти невозможен?

[КВ] Да нет, конечно, возможен. Анализ данных — понятие более широкое, чем анализ больших данных. Оно включает все классические методы статистического анализа, их никто не отменял, они по-прежнему много где используются.

[КШ] Например?

[КВ] Когда вы хотите доказать, что новый способ лечения даёт эффект, то измеряете его до и после лечения



и строите математическую модель, которая позволяет сделать вывод. Без всякого машинного обучения.

[КШ] На что вообще способна наука об анализе данных? В каких самых невероятных сферах её можно применять?

[КВ] В любых. Компьютеры есть повсюду. Автоматизированный сбор информации и используется везде, и везде нужно анализировать данные.

В девяностые и нулевые я работал на Московской бирже: мы сопровождали системы мониторинга финансовых рынков. Экономических приложений у анализа данных и тогда было много. В банках — кредитный скоринг, в телекоммуникационных компаниях — прогнозирование оттока клиентов, в розничных сетях — объёмов продаж.

[КШ] То есть можно прийти в любую компанию, в какой бы стране она ни находилась, и сказать: «Я специалист по анализу данных, дайте мне работу»?

[КВ] Конечно. Даже в сельском хозяйстве. Вы можете повесить датчик на любую корову, на любой квадратный метр сельскохозяйственных угодий и получать всю информацию о сельском хозяйстве в вашей области. Вы будете знать, сколько у вас больных коров в каждый момент времени, где они и что нужно сделать, чтобы их вылечить. (Смеётся.) Это я уже фантазирую — я же не специалист по анализу сельскохозяйственных данных.

[КШ] Но если захотите, можете им стать?

[КВ] В общем да. Именно это и привлекает меня в анализе данных. Я не знаю, над чем буду работать через год-другой. Если бы пять лет назад мне сказали, что я займусь анализом текстов, я бы не поверил.

Что нужно уметь?

[КШ] Кто он такой — специалист по анализу данных?

Что должен уметь, какие задачи решать?

[КВ] Он должен быть универсальным солдатом. Но прежде всего понимать задачу, которую ставит заказчик, будь то биолог, медик, журналист, социолог, психолог. Сегодня в любой профессиональной области найдётся повод применить анализ данных. Второе: надо знать математику. В основе анализа данных лежат теория вероятностей, методы оптимизации, дискретный анализ, а если копать глубже, то математический анализ, линейная алгебра, математическая статистика — всё то, что проходят на первых курсах в технических вузах. Если вы умеете только программировать, то да, вы сможете решать текущие задачи, но не будете понимать, что происходит «под капотом».

В анализе данных бывают инженерный уклон и математический. Конечно, профессиональная подготовка требуется в обоих случаях, и одинаково хорошо выучить то и другое трудно. Хотя такие суперспециалисты есть.



[КШ] Что ещё должен уметь универсальный солдат?

[КВ] Третий пункт: он должен быть хорошим программистом, то есть владеть средствами, которые позволяют решить поставленную задачу. Сейчас даже школьники участвуют в конкурсах по анализу данных — просто берут из языка программирования готовые алгоритмы, немножко с ними экспериментируют. Любой человек может смешать химические вещества и устроить взрыв, не понимая, какая реакция произошла, что это за вещества и почему они взаимодействуют именно так, а не иначе. Так же и в современном программировании. Всё настолько удобно, что можно много чего не знать и тем не менее добиваться успеха. Таких программистов иногда называют data scientist — человек, который в деталях, возможно, не понимает методов, но поставленную задачу, связанную с большими данными, решает за вечер или за неделю. Это часто требуется бизнесу.

Четвёртый навык технико-технологический. Человек, который хорошо понимает суть технологий, нужен при решении задачи с очень большими данными, которые не умещаются на диске одного компьютера. Это значит, что необходимо распределённое хранение данных — на многих машинах, объединённых в систему, дата-центр, который может занимать целое здание или даже несколько зданий. Образовавшийся кластер компьютеров кто-то должен сопровождать, зани-

маться резервным копированием и прочими нужными вещами.

Когда я говорил, что специалист по анализу данных должен быть универсальным солдатом, то имел в виду эти четыре умения: говорить с людьми и понимать задачи, знать математику, программирование и «железо». Если вы всё это освоите, то сможете претендовать на участие в любых проектах и ежемесячную зарплату в миллион рублей. Но таких специалистов, к сожалению, мало.

Куда пойти учиться?

[КШ] Что нужно делать, чтобы стать специалистом по большим данным?

[КВ] Сложный вопрос. Важно ещё, чего не делать. Не тратить время на бесконечное сидение в социальных сетях, на чтение бессмысленных постов, просмотрение бессмысленных видеюшек и так далее. И чтобы против всех этих искушений устоять, рецепт один: чем-то увлечься. Специалист по работе с большими данными — профессия будущего, и если это понимаешь, возникает интерес к математике, программированию и технологиям.

[КШ] Можно ли приобрести эту профессию в университете?

[КВ] К сожалению, образование — вещь очень консервативная. Сейчас институты, в которых учат анализу данных, можно по пальцам одной-двух рук пересчитать:



И в древности были странные люди, которые делали крылья и прыгали со скал. Такие есть всегда, и **именно они двигают прогресс.**

в Физтехе, в МГУ, в Высшей школе экономики, ещё в нескольких вузах, может быть. Остальные не успевают за этим трендом. Не хватает преподавателей-практиков в области анализа данных.

[КШ] Вузы, которые вы перечислили, расположены в Москве. Как быть тем, кто живёт и учится, например, на Дальнем Востоке?

[КВ] Скорее всего, там тоже есть хорошие специалисты, которые преподают анализ данных и понимают, что можно научить студентов, например, делать курсы на материалах конкурсов. Многие компании выкладывают в открытый доступ свои данные, чтобы научное сообщество решало их задачи и соревновалось. Это отличный материал, чтобы учить студентов. Я знаю, в Нижнем Новгороде делают что-то подобное. В Таганроге, во Владивостоке. Но университетская среда очень инертная. Люди десятилетиями читают одно и то же.

[КШ] Высшее образование за трендами не успевает, а можно ли самостоятельно изучить всё необходимое, чтобы стать специалистом по big data?

[КВ] Будучи школьником, я изучал самостоятельно. Нашёл несколько десятков популярных книг по математике, механике, математическому моделированию, теории вероятностей. Они никуда не делись — все есть в интернете. Наверняка десятки людей создали десятки, а может быть, сотни сайтов, на которых есть подборки, что читать школьникам и студентам, интересующимся взаимосвязями между науками.

[КШ] Как вы относитесь к онлайн-курсам по анализу данных? Что можете посоветовать?

[КВ] Хорошо отношусь и сам преподаю на Coursera. Онлайн-курсы необходимо изучать — много и разных. В интернете выложено огромное количество лекций по тому же машинному обучению, сотни просто. Есть конференции, статьи с которых нужно читать каждый день: NIPS — the Conference on Neural Information Processing Systems, ICML — The International Conference on Machine Learning. Здесь требуется самодисциплина: встал утром, пошёл и потратил час, чтобы прочитать одну-две статьи.

[КШ] Значит, освоить теорию самому можно, но как научиться применять её на практике?

[КВ] На этот вопрос есть очень хороший ответ. Сейчас набирают популярность конкурсы анализа данных.



Есть международная платформа kaggle.com, где непрерывно проводятся десятки конкурсов: коммерческие компании предлагают учёным за вознаграждение решить для них ту или иную реальную задачу.

Такие соревнования полезны и для организаторов, и для участников. Если вы стали победителем или призёром, вас примут на работу с большей стартовой суммой. А если вы в десяти конкурсах победили, то вы просто сверхчеловек и работодатели уже ждут вас с распростёртыми объятиями. В таких конкурсах могут участвовать и студенты, и даже школьники.

[КШ] Но ведь специалист по анализу данных работает не в одиночку? Над серьёзными задачами трудятся большие команды?

[КВ] По-разному бывает. В тех же конкурсах участвуют как команды, так и одиночки.

[КШ] Вот, например, в «Яндексе» сколько человек работает над одной задачей?

[КВ] В «Яндексе» задач сотни, а может быть, тысячи. Стандартный коллектив, который работает с конкретным сервисом и решает определённую задачу, — от двух до десяти человек. Чаще всего четверо-пятеро. Если больше, возникают проблемы с управлением. Конечно, большими задачами, например поиском в целом, занимаются несколько сотен человек. Но эта задача всё равно разбита на кучу подзадач — модульный подход используется в любых разработках. Я думаю, самолёты и мосты так же строят.

[КШ] Где найти единомышленников? Есть центры, где можно пообщаться со специалистами?

[КВ] Ну, во-первых, можно отправить письмо мне (смеётся) через мою страницу на MachineLearning.ru. Я готов быть вашим единомышленником. Во-вторых, есть такое сообщество Open Data Science — как раз для тех, кто ищет соратников. Их там уже тысяч пять набралось, на верное. Многие компании подбирают себе в этом сообществе сотрудников, выкладывают интересные задания. Кто-то просто задаёт вопросы, другие на них отвечают. Здесь же формируются группы для решения конкретных задач. В общем, это живое сообщество, открытое для всех. А к анализу данных можно приступить с первого же шага.

пешестве сотрудников, выкладывают интересные задания. Кто-то просто задаёт вопросы, другие на них отвечают. Здесь же формируются группы для решения конкретных задач. В общем, это живое сообщество, открытое для всех. А к анализу данных можно приступить с первого же шага.

Где найти вдохновение?

[КШ] Как понять, что тебе действительно интересны математика, программирование, работа с данными?

[КВ] Универсального ответа на этот вопрос не существует. Когда я был школьником, меня увлекла сама возможность заставить компьютер делать то, что я хочу. Отец привёл меня в лабораторию и показал, как выглядит вычислительная машина — жужжащий шкаф величиной с комнату. Бородатый программист в халате сел за клавиатуру, сделал примерно вот так (печатает руками в воздухе), и по экрану побежала спираль из звёздочек. Через несколько лет я понял, что он сделал, но тогда это была магия. Мне показали даже компьютерную игру — в середине 1980-х, представляете? Мне всё это жутко понравилось. Потом, на каникулах между 9-м и 10-м классом, папа пригласил меня помочь составить вычислительную программу — кое-что я уже умел. Именно тогда я понял, что такое реальная задача. Это было дико интересно. Очень важно, чтобы такие задачи давали как можно раньше — учитель информатики, математики или физики.

Есть огромное количество довольно простых задач, с помощью которых можно продемонстрировать, что такое компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент. Например, физическая задача о траектории движения маятника или экологическая задача о равновесии популяций волков и зайцев в лесу.

[КШ] И это уже анализ данных.

[КВ] Ну нет, не совсем. Это, скорее, имитационное моделирование: когда мы знаем уравнение процесса и все его параметры, мы можем написать программу, чтобы имитировать процесс на компьютере и посмотреть, насколько он похож на реальный. Анализ данных — это обратная задача: мы наблюдаем реальный процесс, собираем выборку данных и используем их для того, чтобы определить параметры модели.

Многие задачи вполне возможно преподнести на доступном уровне, даже когда они кажутся очень серьёзными. В прошлом году в сочинском образовательном центре «Сириус» была такая история: фармацевтическая компания привезла очень интересные задачи из области биоинформатики — передний край науки, казалось бы, всё сложно, но преподаватели смогли объяснить, как и что делать. И школьники анализировали нуклеотидные последовательности, искали фрагменты ДНК. Причём некоторые, когда приехали, не знали язык программирования.

Зажечь интерес может только учитель или родители. Сначала ты объясняешь ребёнку, что это за вещь. Спрашиваешь: «А ты задумывался, почему эта штука работает?» Меня такой вопрос задевал за живое. Сегодня тех, кому это интересно, столько же, сколько и раньше. И в древние времена были люди, которые делали крылья и прыгали со скал. Некоторое количество идиотов есть всегда, и именно они двигают прогресс. 🐾



Что читать

Домингос П. Верховный алгоритм. Как машинное обучение изменит наш мир.

Козьмо Л.П., Ричард В. Построение систем машинного обучения на языке Python.

Воронцов К.В. Курс лекций на MachineLearning.ru.

Мерков А.Б. Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения.

Мерков А.Б. Распознавание образов. Построение и обучение вероятностных моделей.

Лагутин М.Б. Наглядная математическая статистика.

Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning.

Bishop C. Pattern Recognition and Machine Learning.

Полезные ссылки

kdnuggets.com
datasciencecentral.com
kaggle.com
DataRing.ru

ДЕНЬ Московский университет
приглашает на
ОТКРЫТЫХ
ДВЕРЕЙ



8 октября
2017 года

Начало **10.00**

Главное здание МГУ
на Ленинских горах



диктатура будущего

Мечты
Прогресс
Футурология
Проекты
Прогнозы
Эволюция
Утопии
Ожидания
Тренды



Противоядие
и лекарство от
смертельной
болезни **в массиве
данных**

Смоделировать здоровье

 АЛЁНА ЛЕСНЯК

Учёные прошлого открывали лекарства в результате упорного, десятилетиями продолжавшегося изучения заболеваний. Часто идеи о применении конкретных веществ приходили как озарение, причём не всегда к тем, кто начинал искать целительное средство, а к их последователям.

В наше время сроки выпуска новых лекарств сократились до 5–15 лет, да и современная фармацевтика — это уже история не про счастливый случай, а скорее про точный расчёт. Технологии дизайна лекарственных средств на основе сравнения большого количества данных и компьютерного моделирования позволяют предсказывать свойства новых препаратов.

Недавно самые мощные российские суперкомпьютеры «Ломоносов» и «Ломоносов-II» помогли найти лекарство от смертельного заболевания и смоделировали соединение, которое нейтрализует сильное отравляющее

вещество. «Кот Шрёдингера» поговорил с одним из главных участников этих исследований, доктором химических наук Андреем Головиным.

Алгоритм вместо волшебства

Наше тело — биохимическая фабрика, в которой происходит огромное количество реакций разной сложности. Одни из главных участников этих процессов — белки, как часто говорят про них школьные учителя, «строительный материал любого организма».

Порой в работе белков случается сбой: они становятся менее активными и перестают участвовать в химических реакциях или, наоборот, разгоняются настолько, что провоцируют совершенно ненужные взаимодействия. Такое нарушение, как правило, и является причиной заболевания.

Современный метод создания медицинских препара-

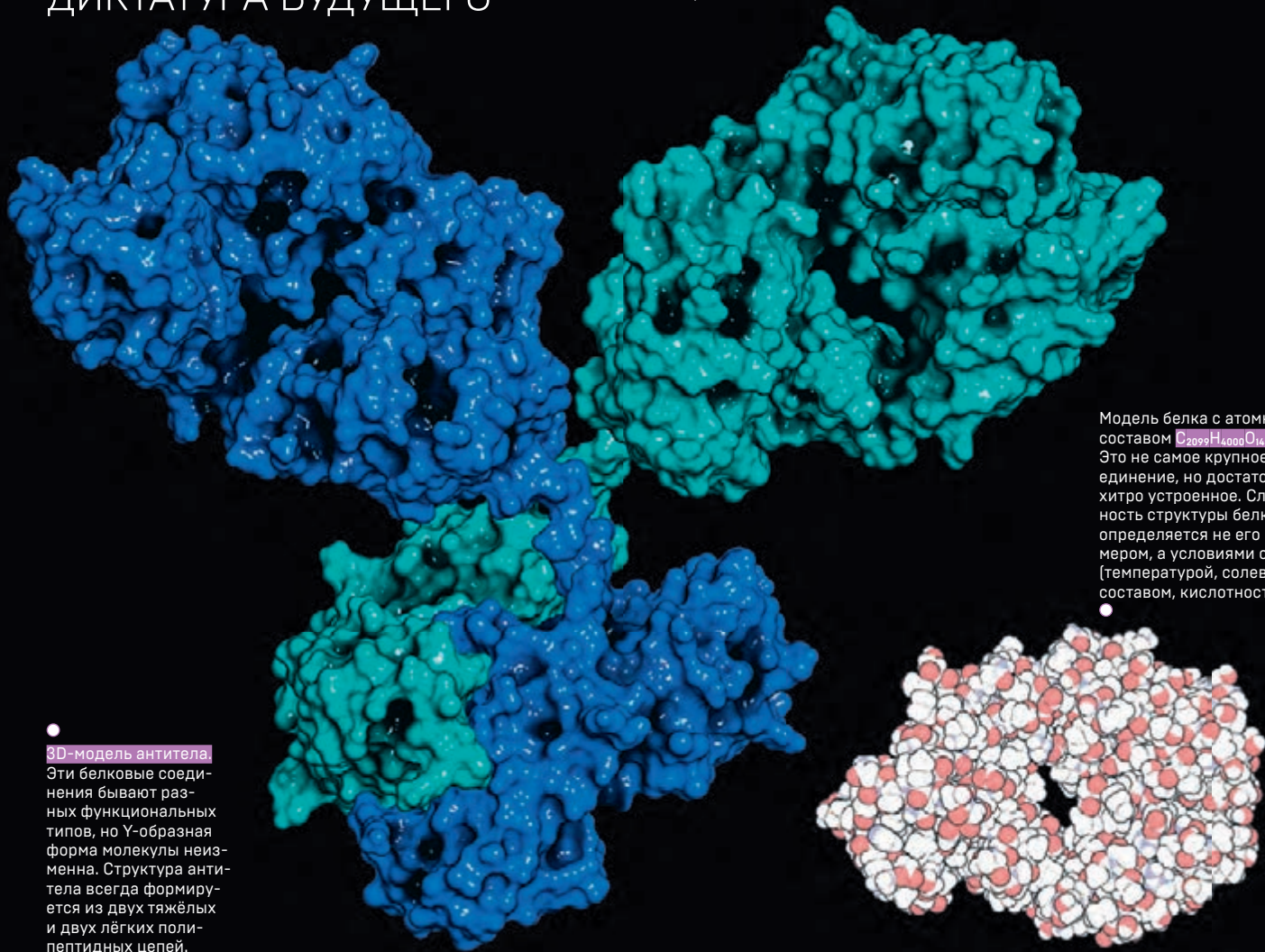


тов — драгдизайн (от англ. drug — лекарство, design — проектирование) основан как раз на поиске точного места поломки (мишени) и конструировании активной молекулы (действующего лекарственного вещества), которая должна добраться до цели и починить поломку.

Ситуация осложняется тем, что белки делятся на множество типов. К ним относятся, например, большинство ферментов, некоторые гормоны и рецепторы клеток, ионные каналы, антитела. Каждый тип белков выполняет свою функцию и участвует в свойственных только ему реакциях. Сбой может произойти в работе любого из них, то есть для каждой специфической мишени должно быть своё лекарство. Глупо ведь пытаться пробить бронированную стену пневматическими пулями. На выбор пули — активной молекулы — влияет и неизбежное биохимическое правило: структура молекулы определяет её свойства. Значит, чтобы най-

ти лекарственное вещество, которое с наибольшей вероятностью поможет устранить нарушение в работе организма, хорошо бы создать как можно больше (например, несколько миллионов) молекул с неповторяющимися структурами и посмотреть, как они будут взаимодействовать с мишенью. А дальше отобрать пару-тройку самых успешных молекул — кандидатов в лекарства.

Одна только мысль о ручном переборе этих молекул и проведении нескольких миллионов экспериментов пугает сильнее, чем когда-то задача, поставленная Золушке злой мачехой: перебрать семь мешков фасоли и отделить тёмную от светлой. По счастью, у учёных, создающих лекарства, есть своя фея-крёстная — алгоритмы обработки больших данных, которые достаточно быстро позволяют создать компьютерные модели нужных молекул и предсказать их взаимодействия с белком-мишенью.



3D-модель антитела

Эти белковые соединения бывают разных функциональных типов, но Y-образная форма молекулы неизменна. Структура антитела всегда формируется из двух тяжёлых и двух лёгких полипептидных цепей.

Модель белка с атомным составом $C_{2099}H_{4000}O_{1455}N_{644}$. Это не самое крупное соединение, но достаточно хитро устроенное. Сложность структуры белка определяется не его размером, а условиями среды (температурой, солевым составом, кислотностью).

По данным американского Управления по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных средств (FDA), в США 90% разрешённых медикаментов проектируются на компьютере. По России точных данных нет, однако, судя по отдельным примерам, в освоении технологий драгдизайна мы не отстаём.

Конструктор из ДНК

— два ли не самые интересные отечественные эксперименты по конструированию новых лекарств производятся, конечно же, с использованием мощнейших российских суперкомпьютеров — первого и второго «Ломоносовых», которые принадлежат МГУ и расположены на его территории. В работе участвует большой коллектив учёных, при этом не все они из МГУ и далеко не все разбираются в драгдизайне и компьютерном моделировании. Этой частью исследований руководит старший научный сотрудник НИИ физико-химической биологии им. А. Н. Белозерского, преподаватель факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ **Андрей Головин**.

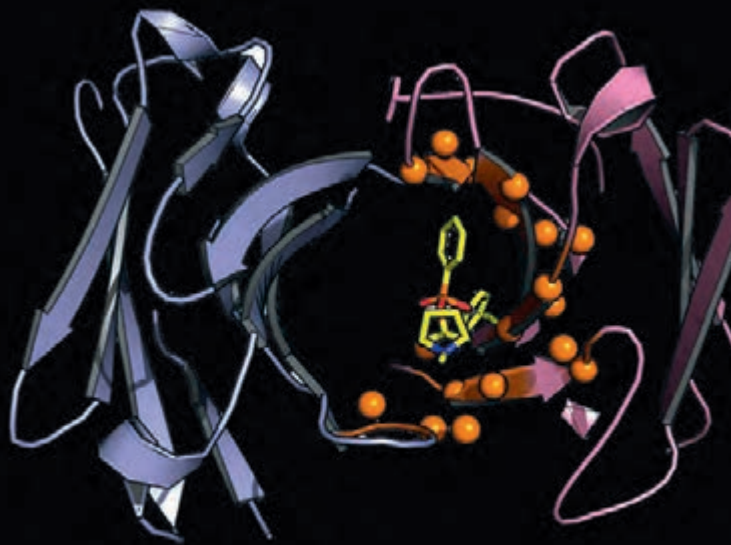
— Мы занимаемся необычным драгдизайном, — уточняет он. — Подавляющее большинство медицинских препаратов сегодня создаётся на основе низкомолекулярных соединений, то есть когда в качестве действующего вещества выступают малые молекулы — химические

соединения с низкой молекулярной массой, очень маленьких размеров, что позволяет им пробираться через мембраны клеток и атаковать внутриклеточные мишени. При этом не все низкомолекулярные соединения хорошо выводятся из организма — иногда они накапливаются в тканях и могут навредить. К тому же, чтобы дизайн был рациональным и отбор молекул для воздействия на мишень шёл в правильном направлении, нужно всё время проверять и подтверждать результаты компьютерного моделирования настоящими экспериментами. Синтез одной проверочной малой молекулы стоит очень дорого, и фармкомпания обычно не проводит живые контрольные эксперименты — отчасти поэтому эффективность классического драгдизайна не всегда бывает высокой. Мы же в качестве действующего вещества используем большие молекулы — биополимеры, белки и фрагменты ДНК. Обобщённо этот класс молекул ещё называется аптамеры. Да, из-за своего размера они не пролезают внутрь, но могут воздействовать на мишени на поверхности клетки — стимулировать работу её рецепторов или, наоборот, подавлять их. Могут

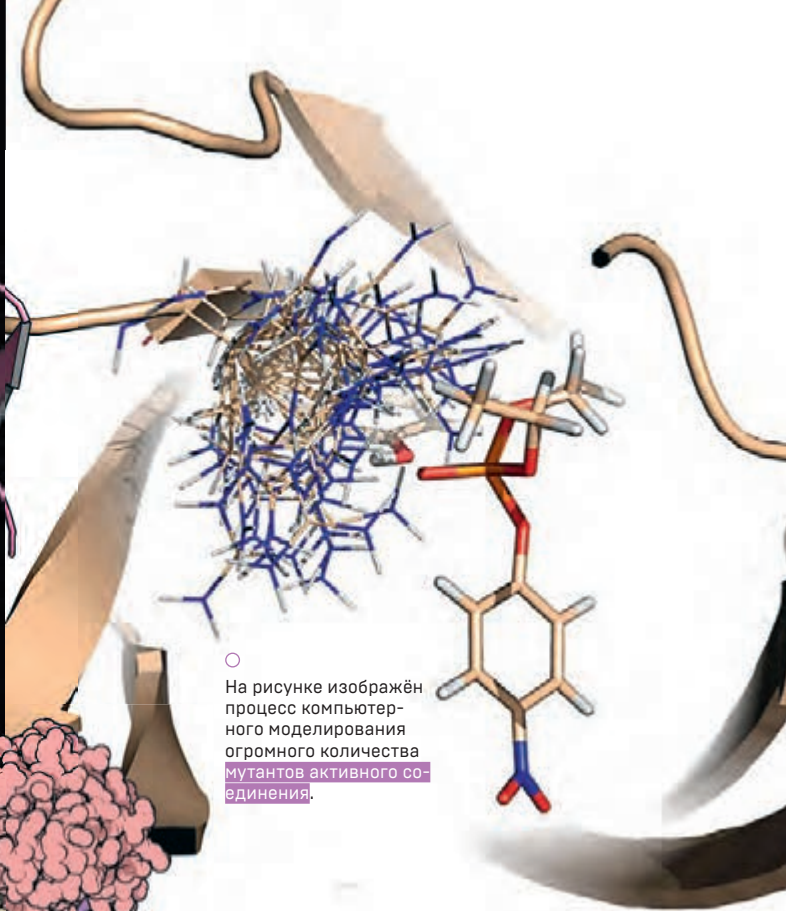
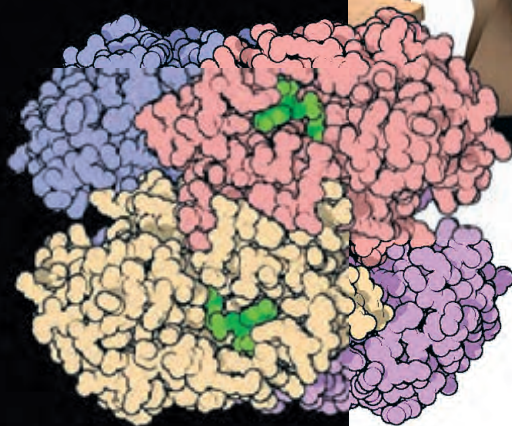


Андрей Головин.

Доктор химических наук. В МГУ занимается не только исследованиями и преподаванием, но и руководит каталогизацией миллионов данных для депозитария биологической информации «Нов ковчег».



Голубые и розовые стрелки — схема молекулы белка. Внутри активное соединение, на основе которого планируется создать лекарство. Шариками обозначены возможные места взаимодействия активного соединения с белком.



На рисунке изображён процесс компьютерного моделирования огромного количества мутантов активного соединения.

Так выглядит ещё один тип белка — фермент. Конкретно это — молекула алкогольдегидрогеназы — фермента, расщепляющего этанол.

захватывать ферменты, гормоны. Ингибировать антитела и предотвращать иммунный ответ организма, если это требуется. Аптамеры выводятся быстро и без проблем. А синтезировать маленькие цепочки ДНК для экспериментальной проверки компьютерных расчётов очень просто и совсем не дорого.

Конечно, ДНК тут используется не как носитель генетической информации, а как удобный, пластичный материал и действующий лекарственный компонент, которому можно придать форму, идеально подходящую для продуктивного контакта с мишенью. Создать такой конструктор из обычной двойной спирали ДНК невозможно: это слишком стабильная структура. Однако ещё в 1990-е годы двойную спираль научились разрывать на две полимерные цепочки, а точнее, синтезировать в виде одной полимерной нити, которая в результате начинала взаимодействовать сама с собой и приобретать новые, причудливые формы.

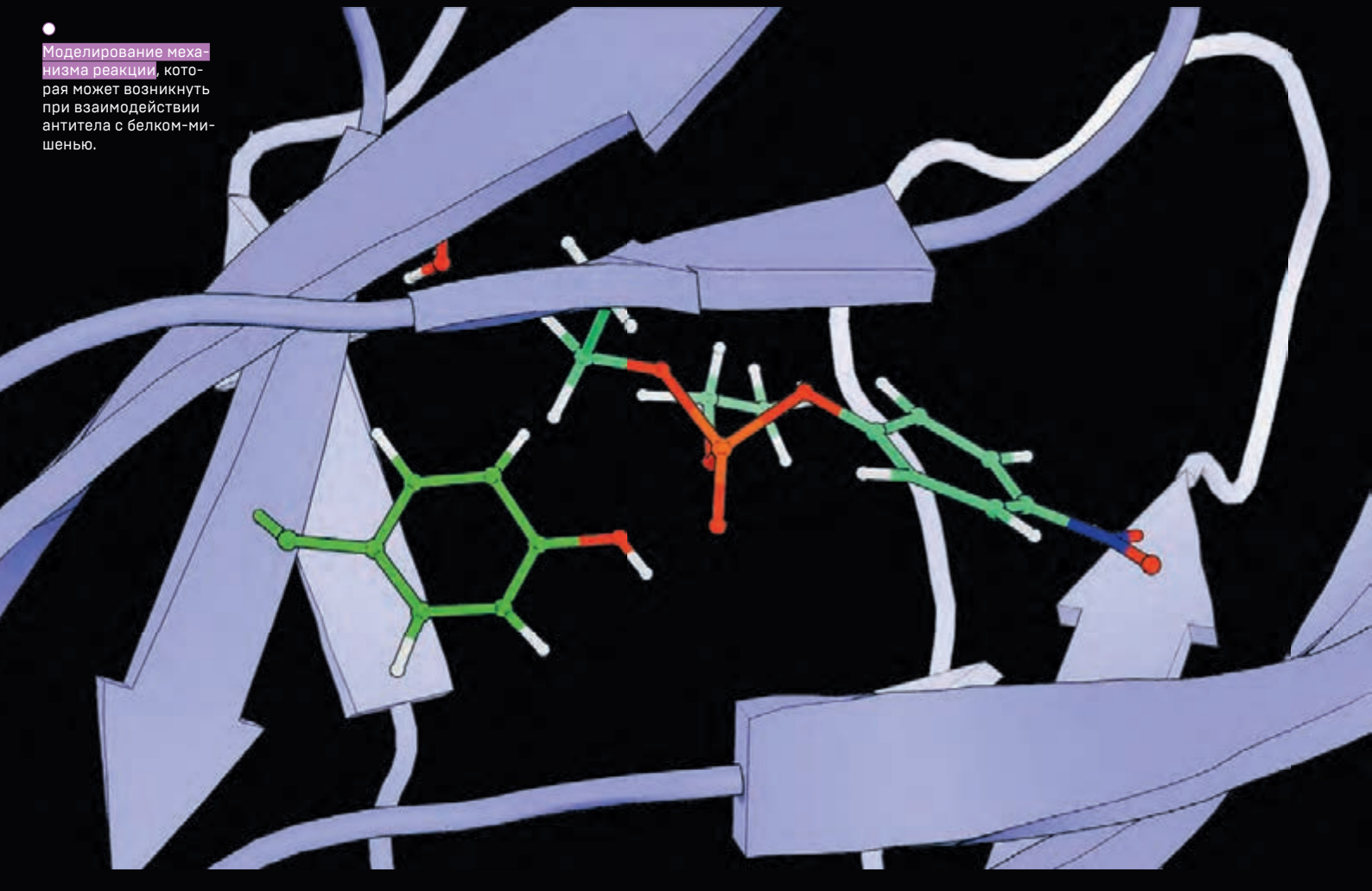
— Чтобы подобрать форму аптамера, способную наиболее выгодным образом связаться с мишенью, нужны серьёзные вычислительные мощности и обработка огромного количества данных, — говорит Андрей. — ДНК состоит из множества повторяющихся кусочков — нуклеотидов, их расположение определяет форму молекулы. Значит, чтобы подобрать действенную форму, нужно перебрать множество комби-

наций. Допустим, для исследований нужен участок ДНК длиной в 30 нуклеотидов — количество их комбинаций равно примерно 10^{18} , то есть квинтиллиону, или 1 000 000 000 000 000 000. Это слишком много, чтобы перебирать все варианты, — область поиска нужно как-то сузить.

Соотносить с мишенью весь квинтиллион вариаций ДНК-аптамера — задача неблагодарная даже для суперкомпьютеров. Они, конечно, справятся, но биоинформатики не любят грузить машинные мозги, когда можно чуть сильнее напрячь свои и найти оптимальный подход.

— Одной комбинаторикой — сравнением всего со всем — в драгдизайне не обойтись, — отмечает Головин. — Иногда надо и голову включать. Чтобы уменьшить это страшное число с восемнадцатью нулями, нужно, опираясь на знания биохимии, прикинуть, какими должны быть основные параметры кандидатов в лекарства. В итоге мы отсекаем заведомо неподходящие комбинации ДНК-аптамеров и сокращаем библиотеку данных до тысяч или даже сотен вариантов. А дальше уже моделируем взаимодействие каждого аптамера с мишенью и извлекаем из белого шума значимые данные. Так мы с коллегами нашли молекулу RA-36, которая стала активным компонентом нового лекарства для профилактики тромбоза.

● Моделирование механизма реакции, которая может возникнуть при взаимодействии антитела с белком-мишенью.



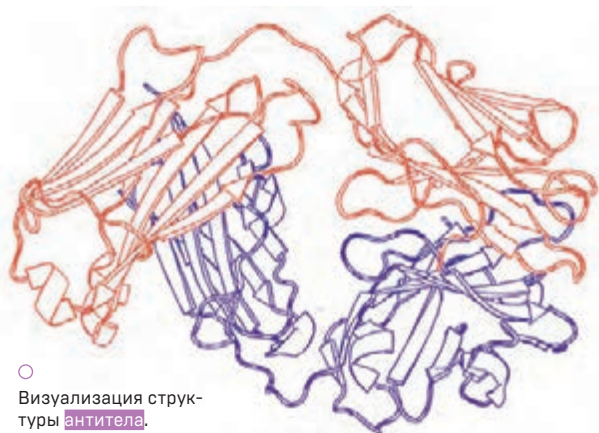
Мишень для этого препарата — фермент тромбин, который отвечает за свёртываемость крови. При некоторых нарушениях возникает избыток этого фермента, что способствует образованию в сосудах тромбов — кровяных сгустков и пробок. Оторвавшийся тромб может закупорить сосуд сердца, вызвать аневризму, разрыв сосуда или привести к другим смертельно опасным последствиям. Для борьбы с тромбозом есть немало лекарств на основе низкомолекулярных соединений, однако они как раз накапливаются в тканях организма и при внезапном выбросе могут спровоцировать осложнения. ДНК-препарат RA-36 абсолютно безопасен, что не так давно доказали результаты доклинических испытаний на обезьянах-мармозетках. Все участвовавшие в экспериментах зверьки живы и здоровы.

Мутанты против яда

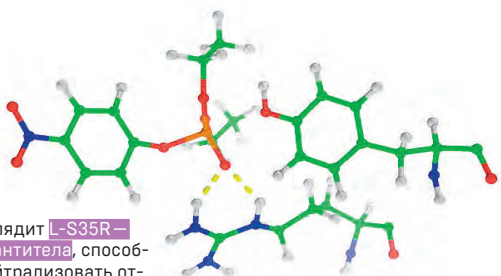
Другое серьёзное исследование, потребовавшее огромных вычислительных мощностей, связано с антителами — белковыми соединениями, которые организм производит в ответ на попадание в кровь чужеродных белков, вирусов, бактерий или связанных с белками токсинов. Антитела распознают их и активизируют иммунную систему для борьбы с врагами. — Ещё 1990-е годы биохимик и ныне академик Алек-

сандр Габибов из Института биоорганической химии РАН нашёл очень интересные абзимы — антитела, обладающие каталитической активностью, то есть способные ускорять реакцию других соединений, не принимая в ней участия и оставаясь в сохранности. Представляете, какие это открывает перспективы для медицины? — интригует Андрей Головин. — Сейчас некоторые онкологические заболевания лечат с помощью антител. Принцип действия у них такой: попадая в организм, они связывают раковую клетку и отдают её на растерзание иммунной системе. Сами антитела при этом остаются в связанном состоянии и тоже погибают. Но вообразите, что разработали антитело, которое не просто намертво связывает раковую клетку, а захватывает её, кромсает — запускает в ней что-то вроде реакции самоуничтожения, переходит к другой клетке. И так тысячу раз. Из таких серийных убийц могут получиться отличные препараты от некоторых видов рака, а также противоядия.

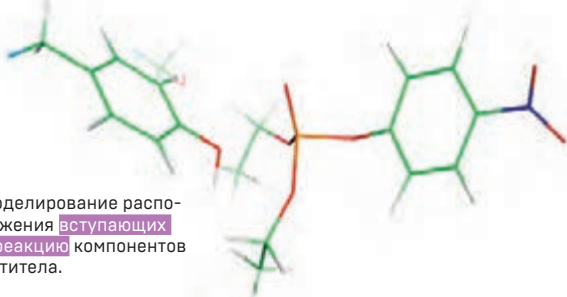
Габибов и его коллеги работали над этим абзимом около 20 лет, создавали его мутантные версии с разными свойствами. И надеялись, что одна из них станет основой для важнейшего противоракового препарата. В 2011 году, когда учёные собрали библиотеку примерно в 100 000 000 мутантов, академик обнаружил, что



○ Визуализация структуры антитела.



○ Так выглядит L-S35R-мутант антитела, способного нейтрализовать отравляющее вещество параоксон.



○ Моделирование расположения вступающих в реакцию компонентов антитела.



один из них ослабляет действие такого фосфорорганического соединения, как параоксон. По сути, это яд, который до определённого момента широко использовался как средство борьбы с насекомыми, однако потом был запрещён из-за высокой токсичности. Сейчас учёные используют его как прототип химического оружия, чтобы создавать антитоды.

— Группа Габитова проделала огромную работу, но чтобы понять, можно ли значительно повысить активность по нейтрализации параоксона, нужно было перейти к компьютерному моделированию. Когда учёные не знают, что им делать с большими комбинациями данных, на белых конях появляемся мы, биоинформатики и драгдизайнеры, — смеётся Андрей. — Нам удалось разработать метод, уменьшивший библиотеку мутантов до десятков миллионов, потом до ста с чем-то тысяч, дальше до ста пятидесяти... В итоге осталось только два мутанта этого абзима. Причём оба увеличивали скорость реакции, нейтрализующей параоксон, в двести раз! В принципе, это исследование может привести к созданию антител, которые вводятся внутривенно и позволяют без последствий вдыхать яд во время химической атаки. Хочется думать, что это лекарство не понадобится, но разработать его будет интересно.

По этой теме у Габитова, Головина и коллектива учёных ИБХ РАН и МГУ год назад вышла публикация в авторитетном журнале Science Advances. В исследовании были задействованы мощности обоих суперкомпьютеров — разумеется, не всех его ядер, их всё-таки слишком много, к тому же они часто заняты другими исследовательскими группами. Чтобы создать метод сокращения первоначальной библиотеки абзимов, Головину и его команде потребовалось около полугода, на отбор из миллиона мутантов двух подходящих ушло примерно столько же.

— Проведение таких исследований совсем без компьютеров немислимо, — утверждает биоинформатик. — Допустим, один экспериментатор может сделать одного мутанта... в лучшем случае за месяц. Выходит, одна вариация абзима равна одному человеко-месяцу. А мутантов в первой выборке было сто миллионов. Ну, можно привлечь к этой работе взрослую часть населения Китая, освободив от всего остального. Но потом выяснится, что что-то не работает. Мне, конечно, было бы обидно, если б не получилось предсказать удачные формы абзима в компьютерной модели, но если бы результатов не принёс реальный эксперимент, на который потрачено колоссальное количество усилий, было бы совсем досадно. 🐾



ВОЛЬНОЕ ДЕЛО
ФОНД ОЛЕГА ДЕРИПАСКА

ПРЕВРАЩАЕМ ИДЕИ В ДОБРЫЕ ДЕЛА



Ключевые направления деятельности

- Образование • Наука • Территориальное развитие
- Культура • Охрана здоровья • Защита животных

1998
год
основания

10,6 млрд
рублей
направлено
на реализацию
проектов
Фонда

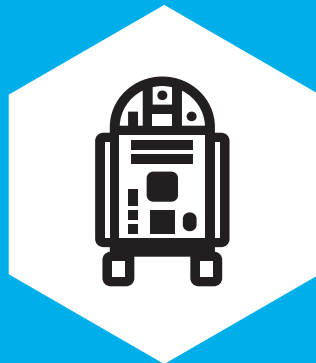
86 000
учеников
получили
поддержку
Фонда

4 000
ученых
получили
гранты
Фонда

500
программ
реализовано
Фондом

50
регионов
России

www.volnoe-delo.ru



ТЕХНОЛОГИИ

Шестерёнки

Процессоры

Винты

Провода

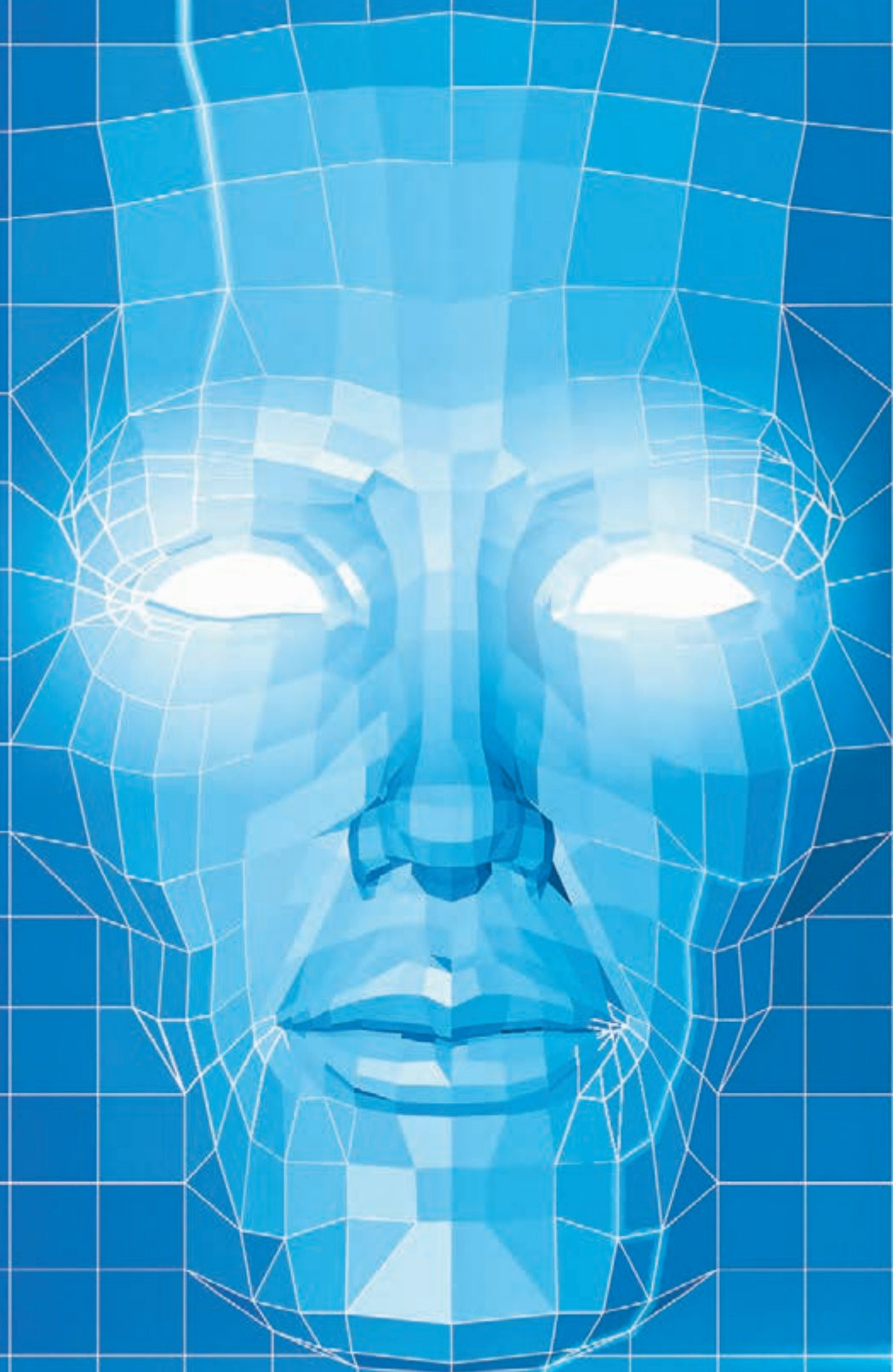
Гайки

Контакты

Магниты

И прочие важные штуки





Загляни в глаза машине

Что **видят роботы**, когда смотрят на наши лица

■ АНДРЕЙ КОНСТАНТИНОВ

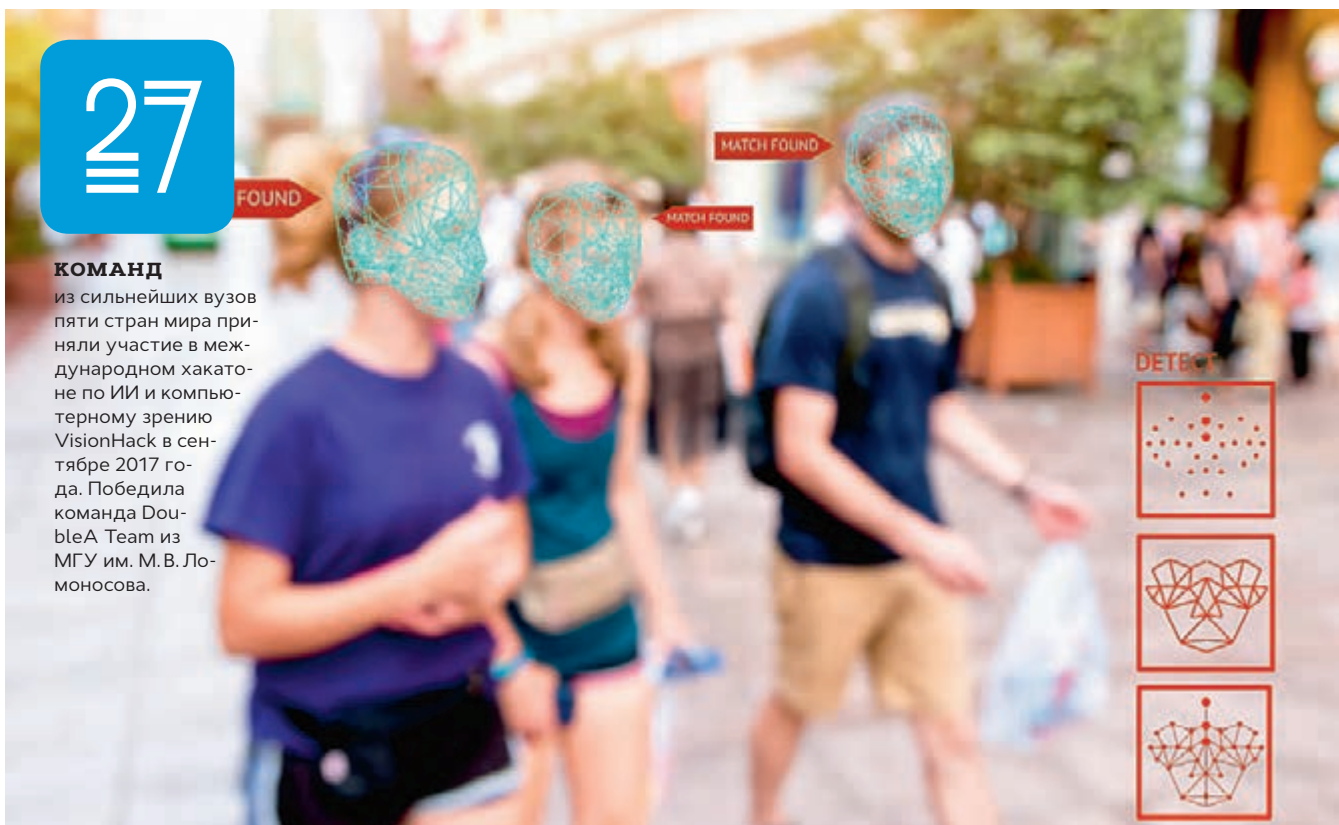
Видеть — значит понимать увиденное. Мы слепы, если в нашем мозгу не работают зрительные зоны неокортекса — своеобразный биокомпьютер, ответственный за распознавание образов. Сейчас подобные анализаторы, способные узнавать лица и понимать их выражение, появляются у искусственных систем.

Итак, вещи обретают зрение, а у зрения есть собственный разум. Сначала мне кажется, что он туповат: только что включённая система распознавания лиц LUNA не торопится войти в штатный режим и запомнить меня. Но вот наконец она рапортует, что запомнила, и просит ввести имя. Пол и возраст LUNA может определить сама. С полом легко: у меня борода, а вот возраст система зависила на пять лет — видимо, из-за той же бороды. Теперь камера узнаёт меня, даже если я снимаю очки или поворачиваю голову. Приходится попробовать средство посерьёзней — мы направляемся к шкафу с париками и накладными усами.

Я выбираю густые кудри, скрывающие к тому же поллица, — LUNA всё равно узнаёт меня. Наигравшись с париками, мы открываем ICQ и начинаем развлекаться с масками для видеозвонок: на моё цифровое лицо в реальном времени накладываются маски — можно неузнанным общаться в видеочате. Следующий номер нашей программы — Face.DJ. Это приложение строит 3D-модель лица по селфи, а потом «надевает» это лицо на виртуальную голову, чтобы вы могли примерять причёски и аксессуары. Другое назначение приложения — анимировать пользователя, создать его мультяшную копию для игр и прочих онлайн-занятий.

— Мы готовим такое же приложение для сервиса знакомств: люди при первом контакте часто не хотят раскрываться, — рассказывает Юля, пиарщик компании VisionLabs, разработавшей LUNA. — Некоторые надевают маски, чтобы добавить в романтическое общение элемент игры.

У кросс-платформенной системы LUNA тоже много масок. Есть приложение в мессенджере Telegram, которое



КОМАНД

из сильнейших вузов пяти стран мира приняли участие в международном хакатоне по ИИ и компьютерному зрению VisionHack в сентябре 2017 года. Победила команда DoubleA Team из МГУ им. М. В. Ломоносова.



КТО ЕЩЁ В ЛИДЕРАХ

РАСПОЗНАВАНИЕ ЛИЦ — ЭТО НЕ ТОЛЬКО НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ, НО И БОЛЬШОЙ БИЗНЕС, КОТОРЫЙ В РАЗВИТЫХ СТРАНАХ РАСТЁТ СРЕДИТЕЛЬНЫМИ ТЕМПАМИ. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ КОМПАНИЯ ALLIED MARKET RESEARCH ПРОГНОЗИРУЕТ, ЧТО К 2022 ГОДУ ЕГО ОБОРОТ СОСТАВИТ ПОЧТИ ДЕСЯТЬ МИЛЛИАРДОВ ДОЛЛАРОВ. СРЕДИ ВЕДУЩИХ ИГРОКОВ ЕСТЬ И РОССИЙСКИЕ. ИЗ ДЕСЯТКОВ СТАРТАПОВ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТОВ МЫ ВЫДЕЛИЛИ ТРИ САМЫХ УСПЕШНЫХ.

NTechLab. Выпускник МГУ Анатолий Кухаренко начал с приложения, определявшего породу собак по фотографии. Но уже в 2015 году созданный им с партнёрами по NTechLab алгоритм FaceN одержал победу в двух из четырёх номинаций главного мирового конкурса по распознаванию лиц MegaFace, обойдя команду Google. Однако настоящая слава пришла к компании после разработки популярнейшего приложения FindFace, предназначенного для поиска по фото людей в соцсети «ВКонтакте». Сегодня число заявок на интеграцию технологии FindFace приближается к тысяче.

VOCORD. Компанию «Вокорд» можно смело считать чем-

пионом мира по распознаванию лиц: на сайте конкурса MegaFace она занимает первое место, лидируя с солидным отрывом. Команда «Вокорд» — ветераны на рынке систем компьютерного зрения: программу дистанционного биометрического определения лиц Vocord FaceControl они выпустили ещё в 2008 году. Сегодня их продуктами пользуются больше двух тысяч коммерческих и государственных организаций. Специализация компании — идентификация лиц, то есть поиск человека в толпе.

VISIONLABS. Их продукты входят в тройку лучших мировых коммерческих систем распознавания лиц. Подробнее об этой компании читайте в основном тексте.

распознаёт пол и возраст по лицу, есть LUNA в «облаке» и LUNA для браузера. Но главное — эту универсальную программу можно внедрять в самые разные технологические продукты, чтобы использовать для определения лиц.

— С какой целью?

— Например, одному из наших клиентов нужно выбирать фотографии — так называемый bestshot из видеопотока. Так вот, наша программа справляется с этим сама. Другому клиенту нужно, чтобы система распознавала лицо не только при входе в интернет-банк, но и на протяжении всего сеанса, потому что вы можете отойти, а вашим доступом воспользуется злоумышленник. эту задачу мы тоже решили.

Главные клиенты VisionLabs — банки. Например, в «Почта Банке» системой LUNA оборудованы 50 тысяч рабочих мест — это самое большое внедрение биометрии в мире. Важно распознавать и лица клиентов, чтобы сравнивать фотографии в паспортах с фото в базе данных. Ведь самое распространённое мошенничество в этой сфере — вклейка своего фото в чужой паспорт для получения кредита.

Как видят машины

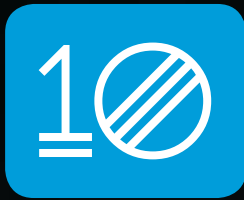
К нам подходит Александр Ханин, директор VisionLabs.

— Расскажите о компьютерном зрении, — прошу я его.

— Компьютерное зрение — это область прикладной математики, которая по сложности эквивалентна задаче создания искусственного интеллекта в целом. Визуальный канал основной для получения информации об окружающем мире. И доверяем мы увиденному больше, чем другим источникам.

Задача компьютерного зрения — научить программу по фотографии или видео делать выводы и понимать картинку так же, как человек. Или даже лучше. Вот когда машина сравняется с человеком в этом умении, можно будет считать, что задача решена. Пока же она решена лишь для некоторых узких прикладных областей.





МИЛЛИОНОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ

понадобилось нейросети системы LUNA, чтобы научиться распознавать любые лица.



ТЫСЯЧИ ПОТЕНЦИ- АЛЬНО МОШЕННИ- ЧЕСКИХ ЗАЯВОК,

например попыток оформления кредитов по утерянным или украденным паспортам, распознала установленная в «Почта Банке» LUNA за 2016 год.



Например, для распознавания лиц или дефектов оборудования.

— Задача распознавания лиц решена?

— Да, уже сейчас достоверно показано, что машина различает лица лучше нас. И точнее, и быстрее. Человек не очень хорошо определяет возраст, национальность. Тот, кто живёт в Европе, хуже различает лица людей с азиатской внешностью, и наоборот. Ещё мы забывчивы. В довершение всего машина делает это в десятки миллионов раз быстрее.

Зато человек анализирует не отдельные параметры, а лицо и даже ситуацию в целом. Мы понимаем контекст, в котором лицо собеседника принимает то или иное выражение. Как машина со всем этим справляется?

— Сочетая лучшие методики компьютерного зрения и машинного обучения. Взять, например, метод глубокого обучения — его особенность в том, что человек не задаёт параметры лица для распознавания.

— Нейросеть программирует сама себя?

— Нейросети появились ещё в 1970-х, а революция в этой области началась примерно в 2013–2014-м. Потому что только к этому времени удалось накопить достаточно большие объёмы данных, чтобы учить нейро-

сети, а вычислительные мощности стали относительно дешёвыми. Продолжать разрабатывать детерминированные методы распознавания — указывать, какие части лица как сравнивать, — стало бессмысленно.

Прорыв произошёл, когда отказались от заданных параметров, например от ключевых точек на лице. Вместо этого машине поставили задачу: «Смотри, вот десять тысяч пар фотографий, каждая пара — один человек. Проанализируй их, чтобы суметь определить на фото, которые ты пока не видишь, где один человек, а где разные». Машина сама находит критерии, которые важны для решения этой задачи.

— Вы именно так обучали свою систему?

— Ну да, это типичная задача идентификации — сравнить фотографию, сделанную сейчас, с фото в паспорте и подтвердить, что это один и тот же человек. Мы давали машине на вход большие данные — миллионы пар фотографий, а на выходе требовали правильного ответа для любых фотопортретов. И система училась — сама настраивала параметры так, чтобы минимизировать ошибки. То есть для глубокого обучения сначала надо найти обучающую выборку — много примеров правильных решений. Потом программа работает уже сама.

— Где же вы взяли эти миллионы пар фотографий?
 — Есть доступные обучающие выборки для исследователей — сначала мы использовали их, а дальше уже работали с партнёрами и клиентами, которые разрешили продолжить обучение на их данных.

Как преуспеть на рынке

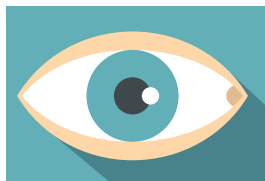
— Задача распознавания людей по лицу решена. А как обстоит дело с определением эмоций?
 — Как, например, в африканских странах люди миновали стадию телеграфа и сразу перешли на мобильную связь, так и мы, не решая задачу распознавания эмоций, сразу перешли на более высокий уровень — к выводам о важных для наших клиентов характеристиках человека. Практика показывает: от того, что машина определяет, улыбается человек или нахмурен, пользы для бизнеса никакой. Нужны более серьёзные умения.
 — Распознавать ложь, например?
 — Да. Или определять, соответствует кандидат вашим требованиям или нет. Удовлетворён клиент обслужи-

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ БИОМЕТРИИ

КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА



Лицо. Программа по фото или видеоизображению лица анализирует размер и форму глаз, носа, скул, их взаиморасположение и на основе этих данных создаёт уникальную комбинацию, которую затем сравнивает с имеющимися на предмет совпадения.



Глаза. Распознавание происходит в результате сравнения цифрового изображения радужной оболочки глаза с имеющимися в базе.

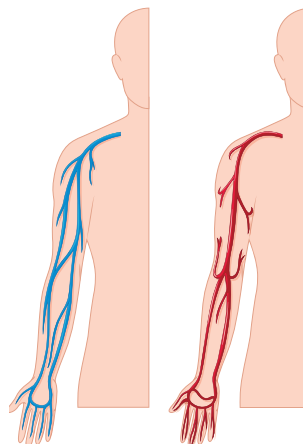


Отпечатки пальцев. Дак-

тилоскопический метод основан на неповторимости папиллярного рисунка кожи; широко применяется в криминалистике.



Речь. Способ распознавания, основанный на преобразовании звучащей речи в цифровую информацию.



Вены. Способ идентификации на основе венозного рисунка руки или пальцев.

ванием или нет — улыбка ведь может выражать не только радость, но и насмешку и скрытое недовольство. Поэтому само по себе распознавание эмоций — это подзадача. Мы изучаем лицо в динамике, последовательность реакций на вопросы, обслуживание, обстановку.

— Есть ли в мире инновационные продукты, на которые вы ориентируетесь?

— Мы сами на переднем крае. Медицинский факт, что наш продукт — первая в мире комплексная система распознавания лиц для банков и ретейла, которая работает и в мобильном телефоне, и на сайте, и в отделениях, и в банкоматах, и в терминалах самообслуживания — везде. Мы не только первые, но пока, насколько я знаю, единственные.

— В каких-то терминалах самообслуживания уже установлена система распознавания лиц?

— Да, например, в банке «Открытие» — в терминалах электронной очереди. И это не пилотные проекты, а такие, которые работают и удовлетворяют заказчиков в реальных условиях.

— Чувствуете, как конкуренты дышат в спину?

— Пилотных проектов в близких к нам областях много. Компаний, которые занимаются распознаванием лиц, только в России десятки, в Китае — около сотни, в мире — больше тысячи. Поэтому я и говорю, что сама по себе задача распознавания лиц решена, — во всяком случае для большинства сегментов и практических целей.

Для успеха на рынке важны не технологии. Большинству клиентов плевать, какая у нас технология и как именно мы решаем задачу, допустим, по ускорению обслуживания в банке или магазине, — с помощью распознавания лиц, прогноза погоды или чёрной магии. Им важно, чтобы был результат.

Распознать всех!

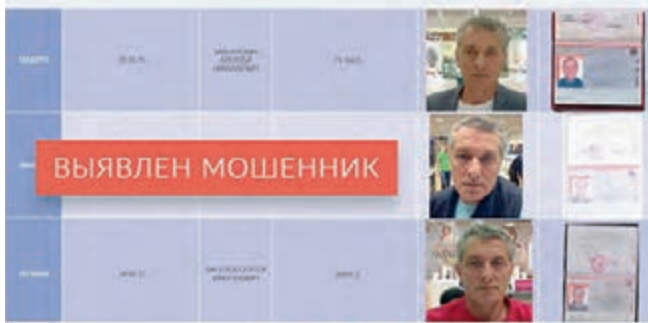
— А какие задачи ещё не решены, но будут — в обозримой перспективе? Над чем работают специалисты?

— Нам нужно научить машины находить конкретные лица в полностью неконтролируемой обстановке, например в толпе. Многие говорят, что умеют это делать, но по факту ничего такого пока не внедрили. Видимо, напрасно говорят.

— А разве узнавать случайных людей по лицам не запрещено законом? Это ведь использование персональных данных.

— Бизнесу запрещено, конечно. Это нарушение прав человека и вмешательство в частную жизнь. Вообще, технологии сейчас позволяют сделать гораздо больше, чем разрешает законодательство. Но мы работаем только в белой зоне — в полном соответствии с законом. Для нас важно не нарушать принципы. Мы не имеем права использовать без согласия человека его данные из соцсетей и поэтому не станем делать, например, для магазина систему, которая ищет информацию о клиенте по его фотографии. Но мы можем разработать программу, которая будет приблизительно оценивать пол и возраст покупателей по снимкам.

Наша компания работает только с бизнесом, а вот у служб национальной безопасности есть системы, которые ищут людей по фотографии.



КАК ПОЙМАТЬ ЖУЛИКА

ФОТОГРАФИЯ РЕАЛЬНОГО МОШЕННИКА, ОБНАРУЖЕННОГО СИСТЕМОЙ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ В «ПОЧТА БАНКЕ». ОН ВКЛЕИВАЛ СВОЮ ФОТОГРАФИЮ В УКРАДЕННЫЕ ПАСПОРТА И ПЫТАЛСЯ ПОЛУЧИТЬ ПО НИМ КРЕДИТ.

— То есть ФСБ можно, а обычным людям нельзя?
— Да. Если спецслужба хочет найти террориста в толпе, ей нужно сканировать и распознать всех. А если человек зашёл в магазин и программа по фотографии нашла его аккаунт в соцсети, узнала телефон и начала рассылать спам, это очень серьёзное нарушение. На Западе за это предусмотрена уголовная ответственность.
— В аэропортах уже есть системы распознавания лиц?
— Да, в основном на паспортном контроле — они проверяют, ваш ли это паспорт, не поддельный ли и не числитесь ли вы в списке заблокированных или в федеральном розыске.
За рубежом степень автоматизации значительно выше. В аэропортах Сингапура, Лондона, Парижа паспортный контроль можно проходить автоматически, без участия сотрудников. Вы сканируете свой паспорт, вас фотографируют, происходит сверка — и всё, можно идти дальше.

Угадай, что на картинке

— Как будет развиваться компьютерное зрение?
— Есть большая группа задач, именуемых visual question answering: вы показываете компьютеру картинку, и он должен понять, что там изображено. Это очень сложно: если просто учить распознавать объекты по отдельности, ничего не получится — надо понимать контекст и взаимосвязь объектов.
Другая похожая задача — индентификация действий человека, они ведь тоже определяются во многом по контексту. Например, если человек поднял руку, что это значит? Он указывает дорогу или собирается кого-то ударить? Вот сидим, думаем.
— То есть вы хотите научить машины различать образы, смысл которых зависит от контекста?
— Научить интерпретировать контекст и таким образом распознавать картинки, действия, сцены.

Когда роботы прозреют

— А что будет дальше, лет через десять?
— Хотелось бы, чтоб разработку компьютерного зрения довели до конца. Тогда у роботов появятся настоящие глаза, а значит, возможность понимать происходящее и адекватно реагировать. Иначе они не станут частью

общества, а так и будут игрушками с пультами управления.

— Как системы, распознающие лица, изменят нашу жизнь в ближайшие годы?

— Вы совершенно точно заметите работу таких систем при авторизации — например, когда будете разблокировать телефон. Многие уже привыкли к Touch ID, но скоро самым распространённым способом станет вход в систему по лицу. Приходя домой, вы не будете искать ключи, на работе вам не понадобится пропуск. Ускорится обслуживание и самообслуживание в банках, магазинах — во всей сфере услуг: расчёты будут происходить без карточек. На улицах станет безопаснее, потому что появится видеонаблюдение с функциями отслеживания. Города и страны получают дополнительную защиту, а возмездие за преступление станет неизбежным. Система будет фиксировать всё: кто и где это сделал, куда потом пошёл. На смену понятию «безопасный город» придёт «умный город»: одна и та же инфраструктура будет обеспечивать безопасность и, допустим, управление потоками людей и машин, а также много чего другого.

— Одна и та же система установленных повсюду камер и компьютерного зрения?

— Да, алгоритму без разницы, кого распознавать: клиента или воришку. Лица у всех устроены одинаково: глаза, рот и нос.

Но дело не только в лицах. Эта же система может заняться, скажем, регулированием освещения. Если в помещении нет людей, зачем жечь электричество? Машина вызовет коммунальные службы, если зафиксирует неполадки, и так далее.

— Жить в мире, где всё на виду, страшновато. Технически всё проще становится построить антиутопию, где за всеми ведётся тотальная слежка...

— Я думаю, в итоге мир станет лучше и намного безопаснее. Но обманывать будет труднее. Например, мы с партнёрами недавно разработали продукт, который не только даёт доступ в рабочее помещение, но и учитывает проведённое там время: пришли во столько-то, ушли во столько. Прогуляля, опоздали, не вернулись с обеда — всё будет зафиксировано.

— И никак нельзя будет от этого спрятаться? Наверняка появятся маски с чужим лицом.

— Безусловно, есть масса способов обмануть систему, и в этой области «гонка вооружений» только начинается. Был такой видеоролик, где учили делать макияж, препятствующий распознаванию. Но то было года три назад — нынешние алгоритмы так просто не проведёшь.

— А если вместо лица показывать фотографию?

— Чтобы вычислить мошенников, в системах распознавания лиц программируют специальный «детектор живости» (liveness detector), который определяет, человек перед ним или фотография. Показателей живости несколько. Самый простой, который считается мировым стандартом, — это моргание. Ещё система может попросить человека улыбнуться, повернуть голову, приблизиться к камере, чтобы убедиться, что он реальный. Но если камера оснащена сенсором глубины, это не требуется: машина сразу понимает, что в кадре объёмный объект, а не фото.



Научный размер продуктовой корзины

Шоколад, картошка, хлеб:
что исследуют чаще и почему

■ АЛЁНА ЛЕСНЯК

Представьте стандартную продуктовую корзину. Представили? Если вы не ходите в магазин, а предпочитаете питаться гамбургерами, пиццей или твёрдо убеждены, что еда сама собой появляется в волшебной кастрюле мамы, просто загрузите «потребительская корзина». Крупа, хлеб, молоко, картошка... — довольно скучный набор. Для среднестатистического потребителя эти продукты имеют приблизительно равную ценность. Однако в научной

картине мира всё иначе: одни компоненты повседневного рациона становятся предметом жгучего исследовательского интереса, другие не получают и сотой доли этого внимания. «Кот Шрёдингера» и разработчики технологии [Meet Articles](#) провели собственное исследование на основе анализа больших данных — обработали свыше 30 миллионов статей из авторитетных научных журналов и выяснили, какие составляющие потребительской корзины изучены лучше всего и что нового благодаря им узнали учёные.

[Meet Articles](#) — сервис для обработки и визуализации больших данных, созданный командой студентов. Разработка основана на алгоритмах машинного обучения и технологии смыслового анализа неструктурированных текстов [ABBYU Comprano](#).

Сервис позволяет искать научные статьи по узко заданным параметрам, сравнивать публикации, выявлять тенденции и делать прогнозы.

«Кот Шрёдингера» уже протестировал разработку: в июльско-августовском номере вышел материал «Громадная мышь и мизерный слон» — о том, почему одни животные стали культовыми фигурами науки, а другие аутсайдерами. Теперь мы решили взяться за еду.



Сравнивали мы 15 продуктов: рис, картофель, мясо, помидоры, молоко, чай, хлеб, бананы, йогурт, кофе, сыр, шоколад, морепродукты, острый перец и лакрицу.

Иные, конечно, возмутятся: почему именно рис, а не греча? Те же, кто из магазина обычно выходит нагруженный пачками амарантовой крупы, банками фуа-гра и гроздьями лонганов, тихо посетуют на слишком уж прозаичный набор продуктов. Ответ будет прост: большинство этих продуктов космополиты — распространены во всём мире, и, значит, объёмы их производства существенно выше. Как следствие, исследуют их тоже чаще. Рис, например, второй по популярности злак после пшеницы, так что греча и тем более амарант ему не конкуренты.

Однако экзотику в список мы всё-таки добавили, но недорогую — острый перец и сладко-солёные конфеты из корня солодки (лакрицы), к которым люди относятся как к романам Франсуа Рабле: либо обожают, либо терпеть не могут. Эти продукты нам понадобились для красоты эксперимента, а точнее, чтобы сделать более контрастными результаты сравнения. Ведь интересно сопоставлять объекты не только одной весовой категории, но и, казалось бы, совершенно разнокалиберные. Порой можно обнаружить, что при всех различиях они обладают схожими свойствами.

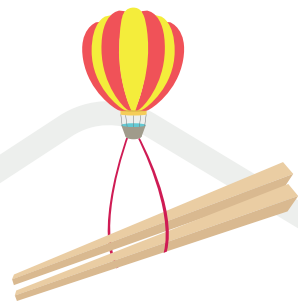
Ещё один важный момент: как бы нам ни хотелось включить в список блюда вроде тор-

та, гамбургера, хашламы или борща, сделать это не позволяет научная совесть. Обычно исследуют отдельные ингредиенты или продукты с минимальным их составом типа хлеба. Научную работу а-ля «Влияние кислых щей на центральную нервную систему и развитие зависимости» можно встретить, наверное, только у кандидата на Игнобелевскую премию.

Определившись с наполнением потребительской корзины, мы задали параметры поиска сервису Meet Articles. Искать сведения о продуктах нужно было в разных статьях, отнюдь не только из области медицины, биологии и сельскохозяйственных наук. Хотя, как увидите, на них приходится большая доля публикаций. Интересно было узнать, как часто еду исследуют социологи, психологи, антропологи, археологи. Неохваченными остались разве что физики да астрономы.

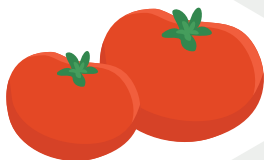
В итоге на все 15 объектов потребительской корзины мы составили досье, в которых указали количество статей с распределением по научным областям и дали небольшие аннотации к самым цитируемым публикациям. Такие выжимки помогают отследить, чем конкретный продукт привлек внимание учёных и что рассказал им о себе, о здоровье людей и об окружающем мире.

Всего алгоритм Meet Articles обработал 31606762 статьи из международных научных журналов, опубликованных в период с 1900 по 2017 год.



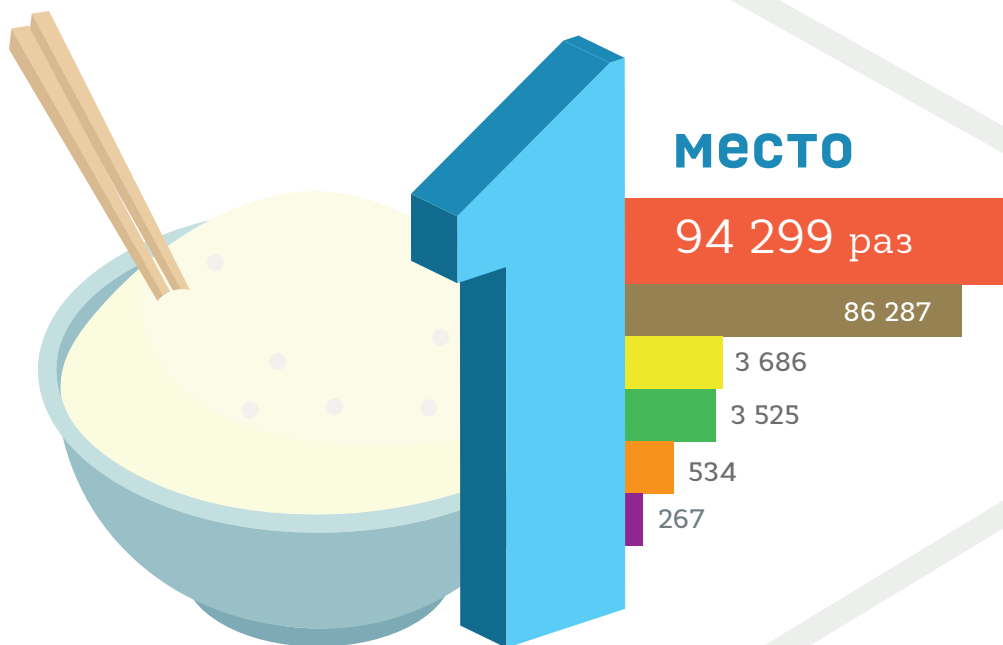
Во сколько раз рис популярнее других продуктов?

Молока	1,9
Картофеля	2,2
Помидоров	2,3
Мяса	2,6
Чая	3,7
Сыра	5,1
Хлеба	6
Кофе	7,1
Бананов	9,5
Йогурта	17,4
Шоколада	30
Морепродуктов	30,2
Острого перца	49,7
Лакрицы	66



Рейтинг научной популярности продуктов

// КРАТКИЕ ПЕРЕСКАЗЫ САМЫХ ЦИТИРУЕМЫХ СТАТЕЙ О КАЖДОМ УЧАСТНИКЕ РЕЙТИНГА



Рис

Учёные экспериментально подтвердили, что скрещивание генов плодородного риса *Oryza sativa* с генами бактерий вида *Agrobacterium tumefaciens* позволяет вывести новый сорт **риса** с повышенной урожайностью и устойчивостью к болезням. Этот метод генетической модификации риса оказался таким же продуктивным, как и прежние.

(Plant Journal, 8 January 1994)

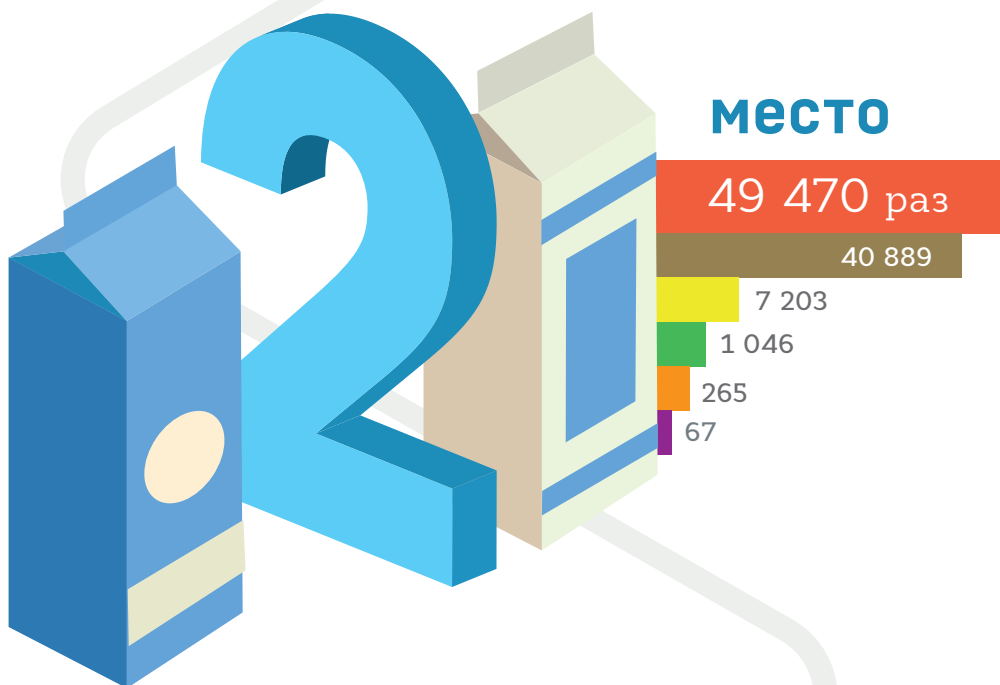
Цитировали: **3 684** раза

Молоко

Людам с диабетом второго типа врачи рекомендуют исключить из рациона некоторые продукты. Долгое время **молоко** и продукты на его основе были в этом чёрном списке. Однако исследование показало, что молоко ни косвенно, ни прямо не способствует развитию заболевания.

(JAMA, 24 April 2002)

Цитировали: **1 147** раз



Распределение общего числа упоминаний продукта по научным областям:

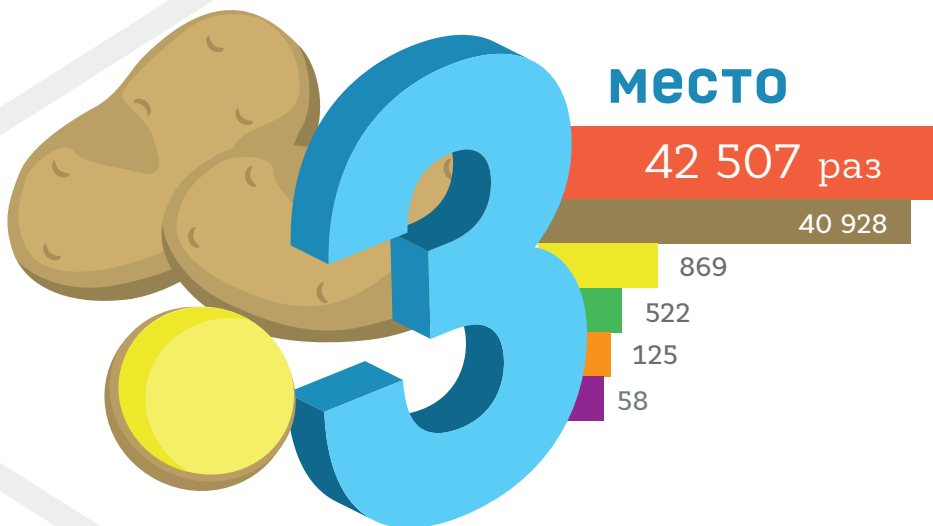


Картофель

На примере исследования картофеля генетики доказали и описали преимущества нового (для конца 1990-х годов) метода молекулярного маркирования под названием AFLP. Этот метод помогает проанализировать ДНК растений и найти гены, влияющие на рост и развитие клубней картофеля, чтобы вывести более совершенные сорта.

(Plant Journal, 5 January 1996)

Цитировали: **1 241** раз

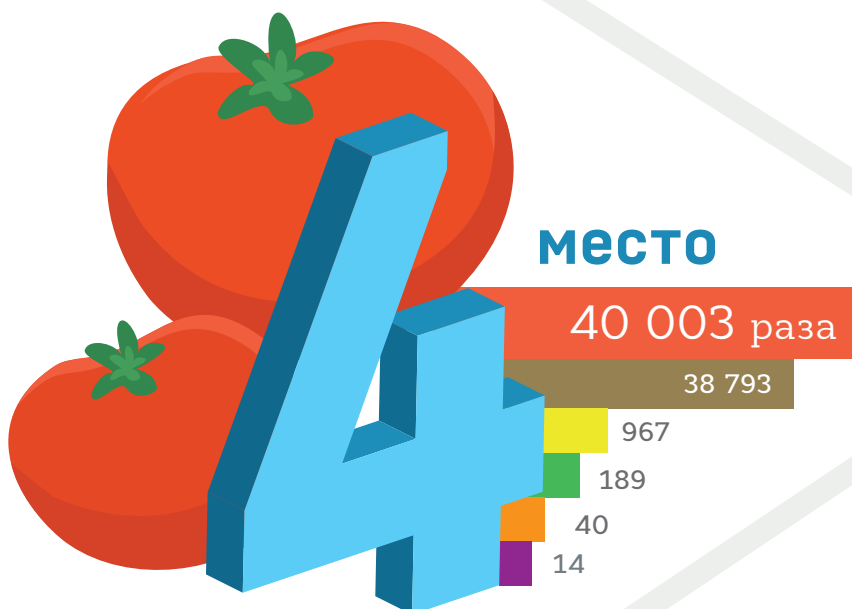


Помидоры

Пигмент ликопин, окрашивающий помидоры в красный цвет, запознали в причинении вреда организму. Исследователи проверили, может ли его накопление в крови способствовать развитию некоторых видов рака (простаты, лёгких, поджелудочной железы, пищевода, полости рта, груди и шейки матки). Оказалось, что нет. Большая концентрация ликопина в крови иногда приводит к пожелтению кожи, но это совершенно безопасно.

(Journal of the National Cancer Institute, 17 February 1999)

Цитировали: **1 535** раз

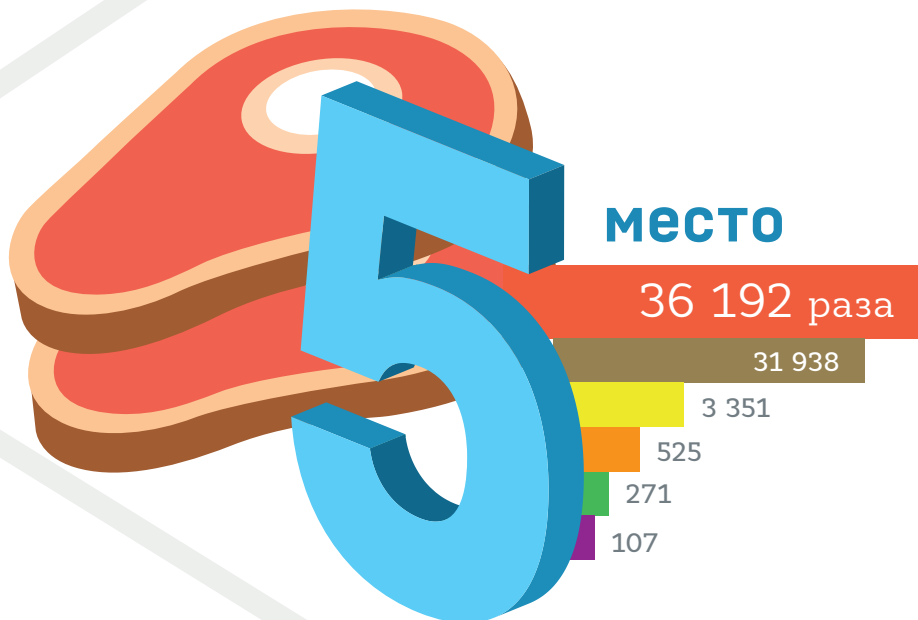


Мясо

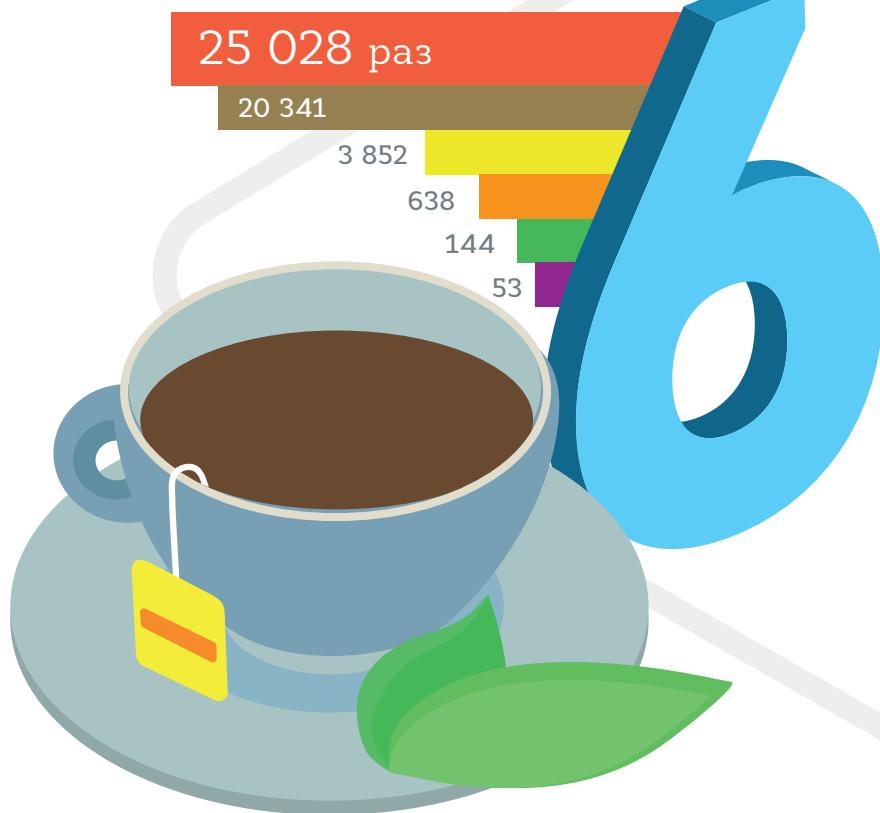
Чтобы быть здоровыми, нам нужно потреблять омега-3-полиненасыщенные жирные кислоты. Эти вещества есть в разных продуктах: в рыбе, шпинате, семенах чиа и, конечно же, в мясе. Но не всё мясо в этом смысле одинаково полезно. По расчётам исследователей, лучшая свинина получится из поросят, которых подкармливали семенами льна, а говядина и баранина — из копытных, употреблявших с обычным кормом рыбий жир и льняное масло. Статья рассказывает, как составить идеальный рацион для животных, выращиваемых на фермах.

(Meat Science, 1 January 2004)

Цитировали: **1 836** раз



МЕСТО



Чай

Учёные сравнили содержание антиоксидантов в 22 овощах и зелёном чае. Рекордсменом стал чай — его антиоксидантная активность оказалась выше, чем у всех овощей, вместе взятых. Правда, сегодня некоторые исследования опровергают пользу значительной части антиоксидантов, но не отрицают необходимость есть свежие овощи и пить чай — благотворное влияние на организм эти продукты оказывают благодаря другим компонентам.

(Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1 January 1996)

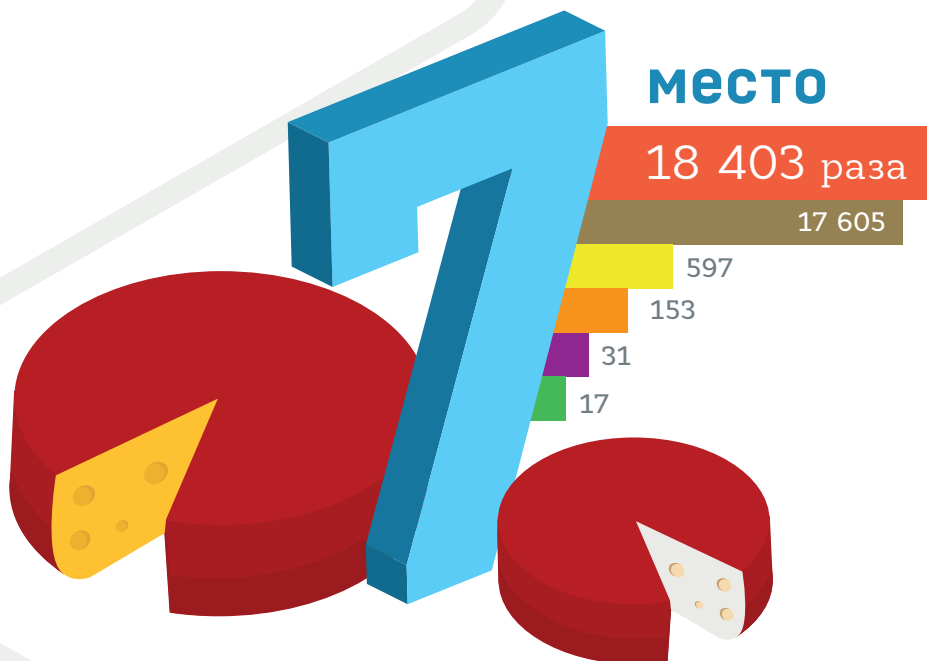
Цитировали: **1 445** раз

Сыр

Для приготовления вкусного и качественного сыра нужно тщательно следить за микробным составом молока и сыворотки, из которых он делается. Если какие-то микроорганизмы расплодятся сверх нормы, они могут испортить вкус, запах и цвет сыра. Однако такой контроль есть далеко не на всех производствах. Авторы статьи предлагают относительно простой и недорогой метод молекулярного анализа компонентов сыра на всех этапах его изготовления.

(Frontiers in Microbiology, 1 January 2013)

Цитировали: **671** раз



Распределение общего числа упоминаний продукта по научным областям:

- Общее количество упоминаний продукта в научных статьях с 1900 по 2017 год
- естествознание (биология, химия и др.)
- социальные науки
- сельское хозяйство
- медицина
- археология

Место

15 731 раз

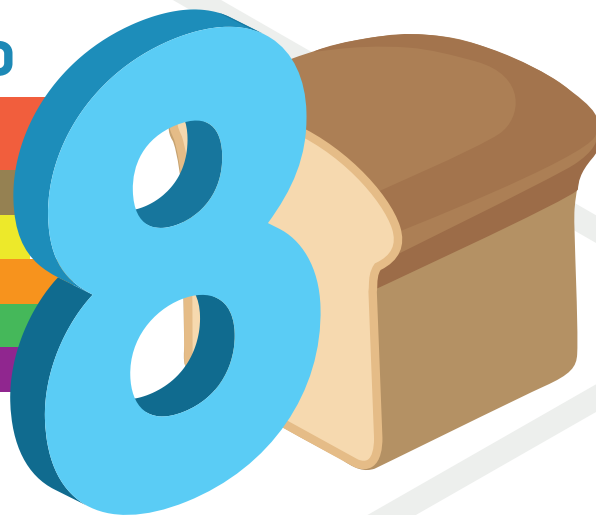
14 043

903

457

202

126



Хлеб

Применив особый метод сравнительного генетического анализа разных сортов пшеницы *Triticum aestivum*, из которой делается хлеб, учёные вывели новые сорта, устойчивые к неблагоприятным климатическим и экологическим условиям. На первый взгляд скучная новость. Однако именно после этого исследования генетики запустили проект по расшифровке генома пшеницы, завершившийся в 2014 году.

(Theoretical and Applied Genetics, 10 January 2004)

Цитировали: 1 909 раз

Кофе

Социальный эксперимент, проведённый в Бельгии, показал, что люди не готовы переплатить за продукты, гарантированно произведённые без нарушения прав человека (в частности, без использования детского труда). Лишь 10% опрошенных бельгийцев согласились отдать за чашку чёрного кофе с маркировкой fair trade («честная торговля») на 27% больше средней рыночной цены.

(Journal of Consumer Affairs, 9 January 2005)

Цитировали: 1 048 раз

Место

13 260 раз

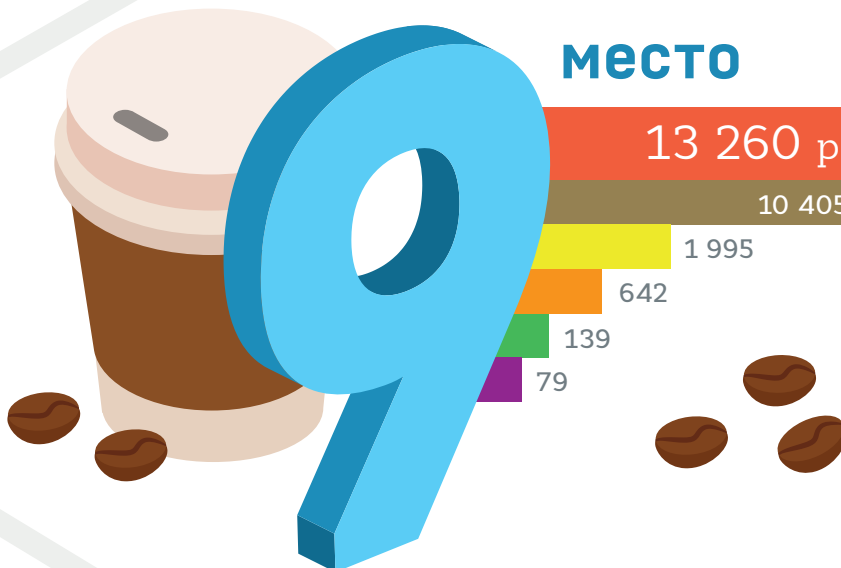
10 405

1 995

642

139

79



Место

9 878 раз

9 030

488

198

134

28



Бананы

В середине XX века съедобным бананам грозило полное исчезновение из-за панамской болезни: корни поражал грибок *Fusarium oxysporum f.sp. cubense*, и растения быстро увядали. Позже генетики вывели вид, устойчивый к этому заболеванию, но грибок научился уничтожать и его. Борьба за сохранение бананов продолжается. Авторы исследования выяснили, что схожие генетические мутации в разных штаммах грибка, сделавшие их опасными для бананов, не были наследственными — они возникли параллельно и независимо друг от друга. Такое явление называется гомоплазией.

(PNAS, 3 March 1998)

Цитировали: 967 раз

Йогурт

Исключительная польза пробиотиков — веществ, содержащих нетоксичные для организма бактерии, — пока научно не подтверждена. Тем не менее их часто используют в медицине для лечения расстройств кишечника и добавляют во всевозможные кисломолочные продукты. В статье даны рекомендации по производству **йогуртов** на основе пробиотиков, указаны оптимальные условия хранения таких продуктов и срок активного действия бактериальных культур.

(International Dairy Journal, 1 January 2001)

Цитировали: **790** раз

Место

5 406 раз

4 886

493

22

4

1

Шоколад

Группу добровольцев заставили есть **шоколад**, очень много — до появления отвращения. Пока участники эксперимента жевали, исследователи сканировали их мозг с помощью позитронно-эмиссионной томографии. Выяснилось, что с первыми кусочками лакомства активируются зоны, отвечающие за принятие решений и пищедобывающее поведение. А вот когда человек ест уже через «не могу», его мозг запускает другие процессы — как ни странно, регулирующие работу памяти.

(Brain, 1 September 2001)

Цитировали: **1 125** раз

Место

3 143 раза

2 041

692

363

41

6

Распределение общего числа упоминаний продукта по научным областям:



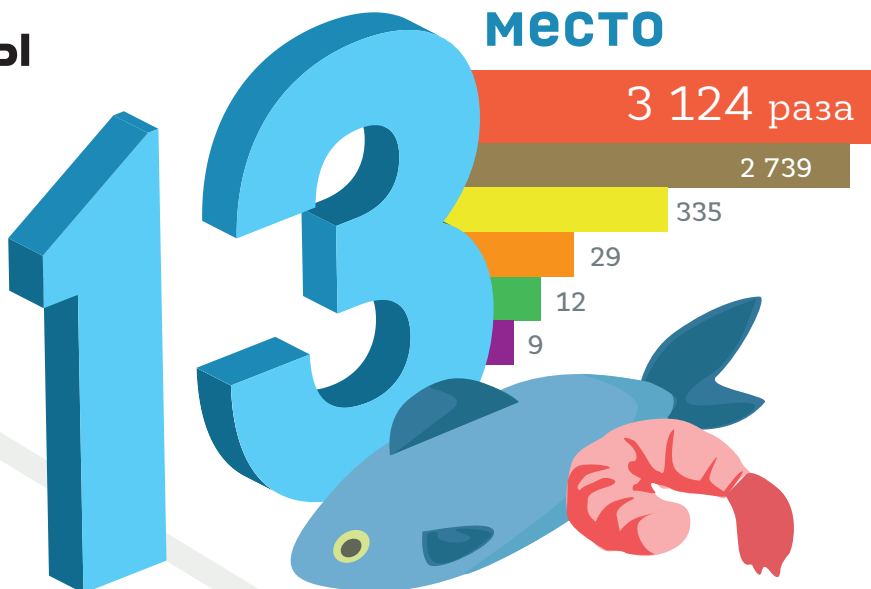
Морепродукты

Американский Минздрав долгое время рекомендовал есть поменьше морской рыбы и моллюсков из-за их потенциальной токсичности — медиков тревожили регулярные новости о химическом загрязнении морей и океанов. Семь лет назад большая группа западных учёных проверила, безопасны ли **морепродукты**. Изучив рацион десяти тысяч будущих матерей и информацию о ходе их беременности, исследователи установили, что потребление морепродуктов сверх нормы, рекомендованной Минздравом (340 грамм в неделю), никак не сказывается на здоровье эмбриона. А вот недостаток морепродуктов приводит к нарушению развития его нервной системы.

(The Lancet, 2 January 2007)

Цитировали: **865** раз

Место



Место

1 894 раза

1 453

406

30

3

2

Острый перец

В томатном и сырном соусах с примесью **острого перца чили** нашли высокое содержание нескольких типов непищевого красителя «Судан». Его часто используют для фальсификации сыпучих специй и приправ. Хроматографический анализ (метод разделения смешанных веществ на компоненты) показал, что содержание натурального перечного порошка в соусах едва достигает 10%. Остальную массу составляет краситель.

(Journal of Chromatography A, 1 July 2004)

Цитировали: **262** раза

Лакрица

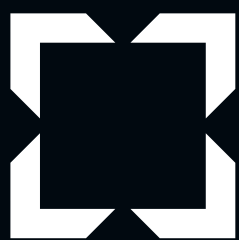
Учёные нашли в составе **лакрицы** семь антиоксидантов и установили, что два из них препятствуют окислительному действию липопротеинов низкой плотности. По одной из гипотез, этот окислительный процесс является причиной развития атеросклероза — формирования атеросклеротических бляшек в сосудах.

(Free Radical Biology and Medicine, 1 January 1997)

Цитировали: **573** раза

Место



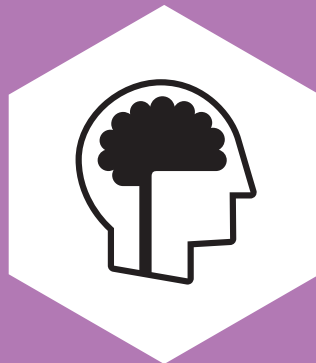


Ростех

Партнер в развитии

*Содействие государственной политике
по развитию и модернизации промышленности*

www.rostec.ru



homo sapiens

Психология
Социология
Экономика
Педагогика
Лингвистика
История
Антропология
Медицина



Зачем учёным наша ДНК?

Секвенируй меня полностью



■ ЕЛЕНА БАЙТИНГЕР (ЛЕТНЯЯ ШКОЛА НАУЧНОЙ ЖУРНАЛИСТИКИ)

генетически все люди одинаковы более чем на 99%. Крошечной разницы в 1% достаточно, чтобы кто-то родился курчавым пигмеем, а кто-то — голубоглазой блондинкой. Это же, казалось бы, ничтожное число определяет наши физические возможности, предрасположенность к болезням и реакцию на лекарства. Чтобы изучить этот процент, учёные проводят масштабные исследования.

Сначала короткий ликбез для тех, кто ещё не знает или уже забыл, что означают некоторые слова из трёх букв: **ДНК и ген**. Строение и форма организмов, в том числе человека, определяются белками, структура которых зашифрована в дезоксирибонуклеиновой кислоте (ДНК). Она представляет собой спираль из двух переплетённых цепей. Каждая цепь состоит из четырёх видов звеньев-нуклеотидов, обозначаемых буквами: А, Т, Г, Ц. Последовательность нуклеотидов определяет свойства кодируемого белка. Участок ДНК, кодирующий структуру одного вида белка, называется «ген», а совокупность наследственного материала организма — «геном».

Одним из величайших прорывов XX века стал вывод, что ДНК можно прочесть, словно это текст, и понять индивидуальные особенности организма. А если прочесть ДНК разных организмов, можно понять, насколько близки этносы, как люди расселялись по планете и чем обусловлены наследственные заболевания.

Над первой в истории расшифровкой человеческого генома учёные бились больше десяти лет. В 2003-м эта задача была решена. Дальше процесс пошёл быстрее благодаря совершенствованию технологии **секвенирования** (от англ. sequence — последовательность), то есть определения порядка нуклеотидов ДНК.

Очень много данных

Современная **геномика** — область, где данных чрезвычайно много. Особенно сейчас, когда учёные пытаются сделать медицину персонализированной, основанной на информации о клеточном строении каждого отдельного человека. Лаборатории по всему миру ежегодно





Этнические группы русских

ГДЕ СОБИРАЮТ ГЕНОМЫ

	По плану	Уже собрано
Северные русские (Архангельская область)	60	36
Западные русские (Псковская, Новгородская и Ленинградская области)	120	128
Южные русские (Ростовская, Воронежская и Белгородская области, Краснодарский край)	240	206
Центральные русские (Ярославская, Владимирская, Тульская, Нижегородская и Тверская области)	300	120
Восточные русские (Удмуртия)	60	
Русские Урала (Свердловская область)	60	
Русские Сибири (Новосибирская, Омская и Томская области, Красноярский край)	240	
Русские Дальнего Востока (Хабаровский и Приморский край)	120	21
ИТОГО	1200	511

собирают терабайты и петабайты информации, а данные биобанков удваиваются каждые семь месяцев. — Если в одном и том же участке гена у одного человека стоит буква А, а у другого Ц, это патогенная мутация или норма? Единственная возможность ответить на этот вопрос — исследовать как можно больше людей, посмотреть частоту данной мутации в популяции, выяснить, больны или здоровы её носители. Некоторые мутации встречаются часто, и их легко идентифицировать, но есть и очень редкие — одна на миллион. Именно поэтому в мире сейчас активно накапливают генетическую информацию, — рассказывает Андрей Афанасьев, гендиректор компании iVinom, старший научный сотрудник лаборатории функционального анализа генома МФТИ, на конференции «Яндекса» «Data & Science: биоинформатика».

В 2008 году учёные из Азии, Европы, Африки, США и Латинской Америки включились в беспрецедентное

по масштабам исследование «1000 геномов». Целью проекта было создание максимально подробной карты генетических вариаций человека. Исследователи планировали секвенировать геномы по крайней мере тысячи анонимных участников — представителей разных этнических групп. Проект завершился в 2015 году с перевыполнением плана: секвенировали 2,5 тыс. геномов представителей 26 популяций из 5 регионов мира; описали свыше 88 млн генетических вариаций.

Наша страна в проект «1000 геномов» не попала и теперь навёрстывает упущенное. В 2015 году сотрудники Центра геномной биоинформатики им. Ф.Г. Добржанского Санкт-Петербургского госуниверситета запустили исследование «Российские геномы», чтобы создать открытую базу данных по полногеномным последовательностям более 2 тыс. человек — представителей разных этнических и региональных групп России.

Геном, Twitter и YouTube

В 2015 ГОДУ В ЖУРНАЛЕ PLOS COMPUTATIONAL BIOLOGY БЫЛА ОПУБЛИКОВАНА СТАТЬЯ, АВТОРЫ КОТОРОЙ НАЗВАЛИ АСТРОНОМИЮ, ГЕНОМИКУ, TWITTER И YOUTUBE ГЛАВНЫМИ ПОСТАВЩИКАМИ ПОТОКОВ БОЛЬШИХ ДАННЫХ. И СПРОГНОЗИРОВАЛИ, КАК ВЫРАСТУТ ЭТИ ПОТОКИ К 2025 ГОДУ

	Астрономия	Twitter	YouTube	Геномика
Сбор	25 зетабайт в год	0,5–15 млрд твитов в год	500–900 млн часов в год	Зетабайт в год
Хранение	Эксабайт в год	1–17 петабайт в год	1–2 эксабайта в год	2–40 эксабайт в год

Этнические нерусские группы

	По плану	Уже собрано
Якуты	60	60
Коми	60	26
Адыгейцы	60	60
Чуваши	60	39
Тувинцы	60	60
Татары (Новосибирск)	60	12
Татары (Томск)	60	55
Буряты	60	0
Ханты	60	37
Алтайцы	60	0
Хакасы	60	62
Башкиры	60	123
Татары (Волжский регион)	60	45
Калмыки	60	42
Чеченцы	60	126
Карачаевцы	60	126
Балкарцы	60	99
Ненцы	60	15
Манси	60	0
Карелы	60	0
Нанайцы	60	0
Удегейцы	60	0
Ульчи	60	0
ВСЕГО	1380	987

Геномная картина России

Посёлок Борисовка, Белгородская область. В центральной районной больнице в восемь утра теснее, чем обычно. Местные жители приходят семьями и, сверяясь со стрелочками на стенах, направляются в процедурный кабинет. Заходят сразу по трое, что не смущает ни врачей, ни тех, кто в очереди. Выходят с ватой в сгибе локтя и сувенирными футболками с эмблемой «Российские геномы» — только что они стали участниками этого проекта.

— Жена сказала, вот я и пришёл, — пожимает плечами мужчина средних лет, не совсем понимая, зачем серьёзным людям в белом вдруг понадобилась его кровь. К участию в проекте привлекали группы из трёх человек: родителей и ребёнка старше 18 лет. Перед сдачей крови каждый заполнял анкету. Главный вопрос: «Ваши бабушка и дедушка родились в этой местности?» Именно благодаря коренным жителям исследователи смогут построить геномную картину региона. Кровь уже сдали в Архангельской, Псковской, Новгородской областях, Приморском и Хабаровском крае, в Твери, Нижнем Новгороде, Красноярске.

В базе данных «Российских геномов» каждому образцу ДНК присваивают шифр, чтобы сохранить анонимность, поэтому исследователи знают только пол, год рождения и этническую или региональную группу, к которой относится донор. Данные хранятся в «облаках»: любой исследователь в любой точке мира должен иметь к ним доступ.

— Первое, что мы хотим понять: как шло расселение древнего человека, как поселения контактировали

между собой и обменивались генетической информацией. Следы этих процессов можно увидеть в геномах современных людей, — рассказывает генетик Андрей Шевченко из центра им. Ф.Г.Добржанского. — Другая сторона исследования медицинская: разные народы имеют предрасположенность к разным заболеваниям, и это отчасти определяется генами.

Какие наследственные заболевания характерны для различных групп населения России, как раз предстоит выяснить.

— Сейчас лечение назначают почти вслепую, поэтому одним таблетки помогают, другим нет, — поясняет Шевченко. — Всеу есть причина, и она кроется в генетических особенностях, в мутациях, унаследованных от предков, и в среде обитания.

Уточнение важное, потому что гены определяют не всё. Если говорить математическим языком, два умножить на три равно шесть. Чей вклад здесь больше: двойки или тройки? Невозможно сказать. Генетики свою часть задачи решают с помощью секвенирования.

— С каждого генома мы получаем несколько десятков миллионов фрагментов средней длиной 100–150 пар нуклеотидов, они занимают примерно полтерабайта памяти.

У нас хранятся в электронном виде данные 60 обработанных геномов и 42 необработанных, так называемых сырых ридов. После получения сырых ридов в работу включаются биоинформатики, которые контролируют качество материала, проверяют, какова длина и глубина покрытия генома. Нам нужна глубина покрытия не менее 3X, то есть каждая буква генома должна быть прочитана не менее 30 раз. Длина покрытия — не менее 80%, — рассказывает главный научный сотрудник Центра геномной биоинформатики им. Ф.Г.Добржанского Владимир Брюхин.

Болезни и миграции

Речь идёт о колоссальной работе с непременным контролем качества на каждом этапе. Когда материал подготовлен, учёные сравнивают частоту мутаций в генах, выясняют наличие однонуклеотидных полиморфизмов, влияющих и не влияющих на работу генов. По этим данным можно не только определить предрасположенность к заболеваниям в каждой популяции, но и выяснить их родство, а также пути миграции предков.

Первая расшифровка человеческого генома, завершившаяся в начале 2000-х, стоила миллиарды долларов. За 15 лет цена упала, но по-прежнему остаётся баснословной: в России полногеномное секвенирование стоит около 5 тыс. долларов. За рубежом дешевле, но российские законы запрещают вывозить из страны образцы ДНК.

— В Европе цена секвенирования полного генома человека ниже тысячи долларов, в Японии и Китае — 600–700 долларов. Вдобавок мест, где это можно сделать, совсем немного: Москва, Петербург да Новосибирск. Пока нам удалось получить средства и отсеквенировать чуть более сотни индивидуальных геномов, — резюмирует Владимир Брюхин.

На сегодня в рамках проекта «Российские геномы» собрано свыше 1,5 тыс. образцов крови. Контроль качества прошли около 700 образцов. Всего исследователи планируют собрать их около 3 тысяч. 🐾



Омы и омики

Геном, протеом, микробиом и другие **ОСНОВЫ нашей жизни**

■ АНДРЕЙ КОНСТАНТИНОВ

Омики — это вовсе не маленькие омы, хотя у каждого ома есть своя омика. Вообще, омики изучают омы. А омы создают нас. Вы ещё не поняли, о чём речь? Тогда читайте дальше!

Первым появился геном. Этот термин стали использовать ещё в 20-е годы XX века. Его происхождение до конца не ясно. С «ген-» понятно: это от генов. А вот суффикс «-ом», по одной версии, был взят из «хромосомы», куда попал в составе греческого слова «сома» — тело. Другое объяснение гласит, что «-ом» означает нечто всеобъемлющее. Впрочем, это не так важно.

До 1990-х годов геном жил тихо и спокойно, как тысячи других научных терминов. А потом стартовал проект «Геном человека» — миллиарды долларов, статьи в ежедневных газетах, внимание президентов и премьер-министров. К началу XXI века это слово выучили даже те, кто по биологии имел неуверенную тройку.

С прочтения генома начинается история изучения биологических объектов математическими методами — как совокупности данных, набора цифр или шифра. По мере того как объём данных увеличивался, а качество извлечения из них ценной информации улучшалось, стали набирать популярность и другие «омы». Сегодня суффикс «-ом» в биологии прочно закрепился за терминами, обозначающими совокупность неких данных, — подобно тому как геном человека является суммой наследственного материала, хранящегося в наших хромосомах.

Геном изучает наука геномика. По аналогии стали возникать другие «омики» — науки о совокупности биологических данных. Омы и омики недаром так расплодились: в биологии, как и везде, происходит цифровая революция — методы биоинформатики позволяют извлекать из больших биологических данных много важной информации. А вслед за интересными результатами приходит и мода, и финансирование. Для первого знакомства мы отобрали самые популярные «омы» — всего же их несколько десятков.

Ом — единица измерения электрического сопротивления. Названа в честь немецкого физика Георга Ома. К теме статьи не имеет никакого отношения.

Ом — сакральный звук у индуистов, начальная мантра, «слово силы». Может рассматриваться как символ божественной триады: Брахма, Вишну, Шива. К статье вроде бы отношения не имеет. Хотя если задуматься...

Геном

// ВСЕ НАШИ ГЕНЫ

Как вы знаете, наследственная информация, копия которой хранится в каждой клетке организма, записана в молекулах ДНК, упакованных в 23 пары хромосом. Всего геном человека содержит около трёх миллиардов «букв», которые можно «прочитать» с помощью секвенирования.

Если сравнивать геном с книгой, то читать придётся роман в десять тысяч раз длиннее «Войны и мира» — для врача задача явно невыполнимая. Тут-то на помощь и приходят методы биоинформатики, позволяющие извлекать из этого набора букв понятную для врачей информацию.

Впрочем, понимаем мы пока немно-

го: знаем, например, что ДНК содержит гены — последовательности «букв» или «цифр», кодирующие белки. У человека около 25–30 тысяч генов, это лишь 1,5% ДНК. Все остальные «записи» пока что кажутся нам бессмыслицей. Но расшифровка лишь небольшой части генома, которая кодирует белки, — это уже полтерабайта данных и море информации — например, о наследственных заболеваниях или особенностях метаболизма.

Сравнивать можно геномы отдельных организмов и целых популяций. Сейчас научный мир занят сбором и накоплением генетической информации: в развитых стра-

нах создают банки, в которых предполагается хранить геномы миллионов людей. Основные задачи на нынешнем этапе — обеспечить обмен данными между генными банками, создать общие стандарты записи и хранения генетической информации, написать программы, способные понимать и использовать данные всех банков.

Конечно, учёных, занимающихся сравнительной геномикой, интересуют геномы не только людей, но и других организмов. Например, расшифровав геном голого землекопа и сравнив его с геномами других грызунов, исследователи, возможно, выяснят, какие гены обеспечивают легендарному животному необыкновенно долгую жизнь без признаков старения.



Транскриптом // КАК ПРОЧИТАН И ПОНЯТ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ТЕКСТ

Если геном — это о том, что написано, то транскриптом — как прочитано. Взять, допустим, ту же самую «Войну и мир». Для одних это история любви, для других — источник жизненной философии, для третьих — набор батальных сцен, разбавленных нудными диалогами, которые лучше пропустить. В организме примерно так же.

Геном у всех клеток организма одинаковый (точнее, есть небольшая разница из-за мутаций и у половых клеток в 23-й хромосоме), но сами клетки разные: нейроны мало похожи на сперматозоиды. Клетки так отличаются друг от друга потому, что у них активны разные гены.

Чтобы понять, какие именно гены активны («экспрессируются», как говорят биологи) в том или ином органе или ткани, нужно изучить транскриптом — набор присутствующих там РНК. Ведь активность генов, их экспрессия, и есть производство РНК.

Данные генома — это относительно постоянная характеристика всего организма, а транскриптом характеризует протекание конкретных процессов, поэтому обычно исследуют транскриптом органа или клеток определённого типа. Кроме того, он меняется со временем: например, если вы заболели, гены больных и иммунных клеток будут работать по-другому.



Протеом // ВСЕ НАШИ БЕЛКИ

Мы только-только начали использовать в медицине данные генома, но уже ясно: чтобы понять, как работает организм конкретного человека, информации о геноме недостаточно. Не спасает даже совокупность генома и транскриптома. Гораздо более полную картину происходящего даёт изучение протеома — набора белков, синтезируемых тканью, органом или даже отдельной клеткой. Если в геноме человека примерно 25–30 тысяч генов, то белков в организме гораздо больше — говорят чуть ли не о сотне тысяч. Синтез белков — прямой результат

работы кодирующих их генов. Среди биологов даже бытовала поговорка: «Один ген — один белок». Кажется, что всё просто. Но дальше судьба белков складывается по-разному: часть из них может распадаться, так и не выполнив свою функцию, другие могут не выводиться из клетки и накапливаться, третьи — могут как-то модифицироваться. Чтобы понять всю картину в целом, и изучают протеом.

Ваша электронная медицинская карта, без сомнения, будет начинаться с описания генома, но большая часть информации в ней будет основываться на многочисленных

анализах протеома в разных частях организма.

Протеомика находится в начальной фазе развития. Но уже существует проект «Протеом человека», инициаторами которого в 2010 году выступили Россия, США, Южная Корея, Швеция, Канада и Иран. По масштабам он сравним с «Геномом человека». Его главная цель — систематизировать все производимые нашим организмом белки.

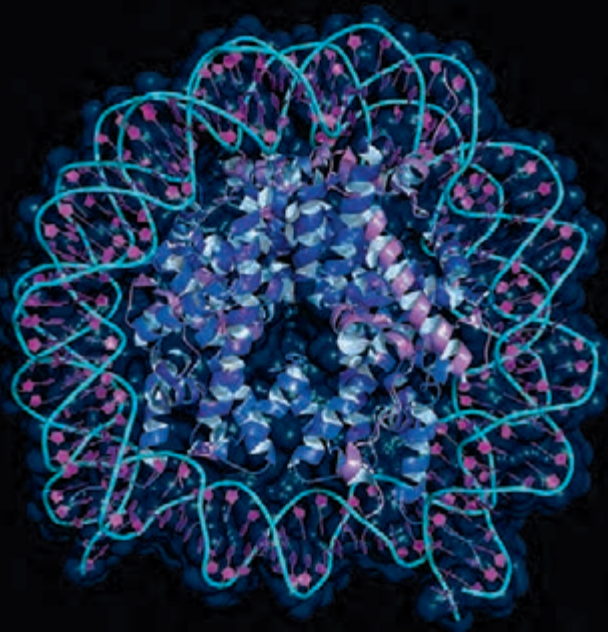
Эпигеном // НАД ГЕНАМИ

Работа генов регулируется не только генетическими факторами, но и условиями, в которых живёт организм. Для этого над генами надстроен ещё один регуляторный уровень — эпигеном (приставка «эпи-» в переводе с греческого и означает «над»). Это система химических «меток», которыми помечаются те или иные гены. Одни метки велют генам работать, другие — отдыхать. Эпигенетические механизмы реагируют на сигналы из внешней среды, ставя метку «спать» над геном, активность которого стала нежелательна, и давая коман-

ду «работать» гену, включение которого улучшило состояние клетки или всего организма.

Недавно выяснилось, что эпигеном тоже передаётся по наследству. Он трансформируется довольно медленно, так что эпигеном ваших дедов, испытавших, например, потрясения войны и приспособившихся к ним, вполне может продолжать влиять на вас.

Эпигеномика делает лишь первые шаги, но в будущем информация об эпигенетическом коде может оказаться не менее важной, чем о генетическом.



Микробиом // С КЕМ МЫ ЖИВЁМ

Вы боитесь одиночества? Не уверены, что обладаете богатым внутренним миром? У нас хорошие новости! Тело человека состоит из триллионов клеток, но внутри нашего организма живёт примерно столько же клеток бактериальных.

Большая часть бактерий обитает в кишечнике — вместе они составляют что-то вроде самого массивного человеческого органа, который называют микробиом. Помимо пищеварения этот орган выполня-

ет массу полезных функций: производит витамины, защищает нас от болезней, влияет на состояние психики и поведение. Учёные только пробуют воздействовать на него — больше 90% бактерий, живущих в кишечнике, нам до сих пор неизвестны. Но первые клинические тесты микробиома уже проводятся, в том числе в России. Такие исследования позволяют узнать, например, какие витамины ваши бактерии производят в избытке, а каких, наоборот, не хватает.

Похоже, медицина ближайшего будущего станет широко использовать помощь микробов: многие учёные считают, что таблетки с «правильными» бактериями смогут вылечить от ожирения и аутоиммунных заболеваний, продлить жизнь и даже помочь при психических расстройствах. Настоящий расцвет «микробной медицины» начнётся, когда мы научимся программировать бактерии. Возможно, одно такое обученное существо будет прибавлять ума или силы человеческому организму намного эффективнее, чем месяцы упражнений.



Метагеном // ВСЕ ВМЕСТЕ

Если геном — это весь наследственный материал одного организма, то метагеном — совокупный геном сообщества организмов, живущих вместе. Можно, например, изучить метагеном вашей квартиры, прочитав геномы всех людей, животных, растений и бактерий, которые в ней живут. Можно говорить о метагеноме бо-

лота, океана или даже всей планеты. Поскольку организм человека тоже заполнен бактериями, можно исследовать и его собственный метагеном — он будет намного больше генома.

Можно изучать метагеном целого народа, как это делают с 2010 года участники проекта «Русский метагеном».

В персонализированной медицине уже предпринимаются первые попытки чтения и анализа метагенома вместо ставшего почти обыденной вещью генетического тестирования. Близятся времена, когда информация о метагеноме станет обязательным разделом вашей медицинской карты, а понятие «защита личных данных» будет в первую очередь предусматривать «тайну метагенома».

Коннектом // СПЛОШНЫЕ НЕРВЫ

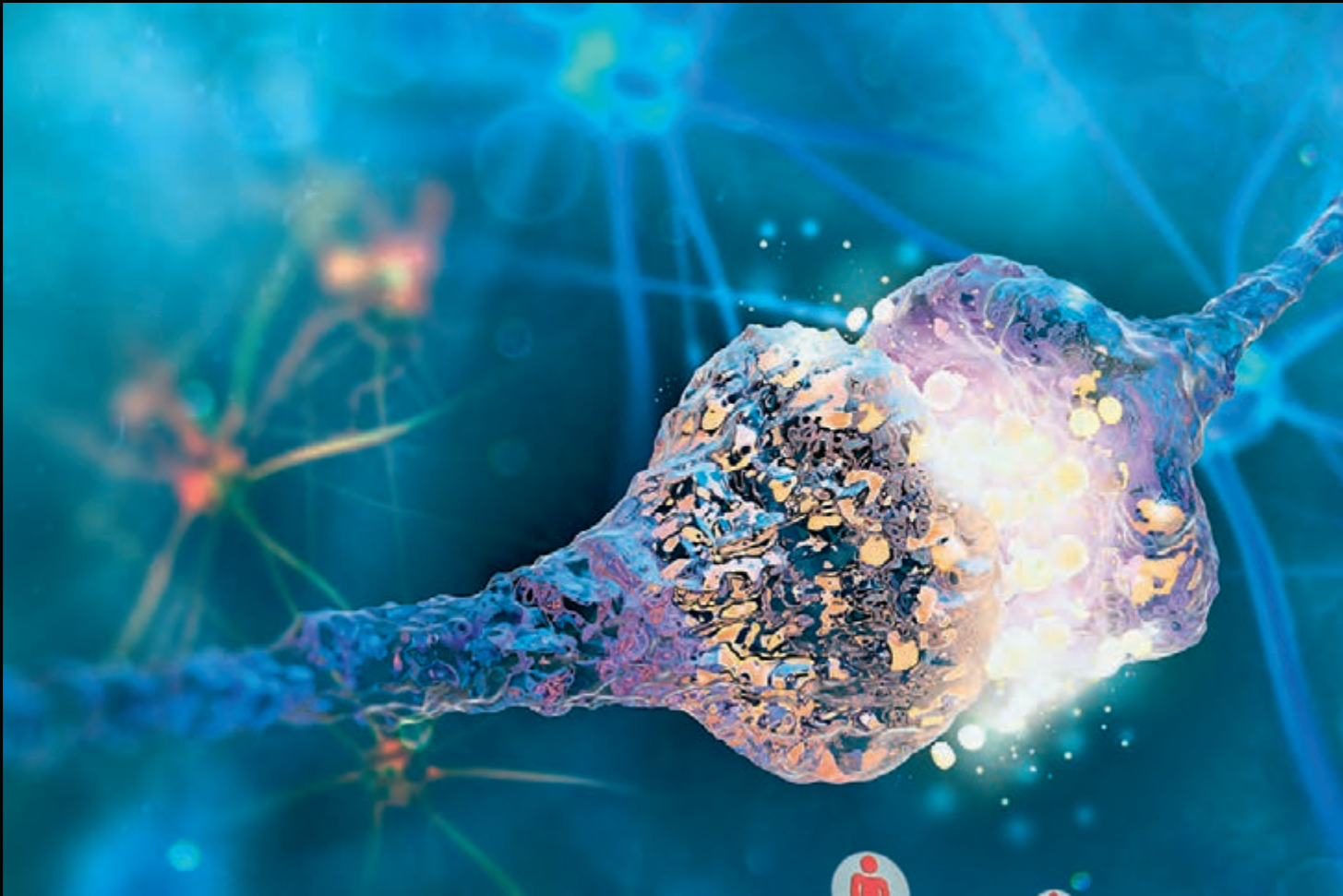
Это совокупность нервных связей живого организма. Её математическая модель представляет собой «карту» нервной системы, на которую нанесены нейроны и их соединения. Пока единственный организм, для которого учёные смогли составить коннектом, это нематода — червячок длиной в мил-

лиметр. Вся его нервная система состоит из 302 нейронов и 7000 соединений между ними.

Чтобы понять, как работает мозг, научиться им управлять, лечить и совершенствовать, учёные намерены воссоздать коннектом нервной системы человека с её миллиардами нейронов. Задача даже

сложнее: необходимо получить функциональный коннектом, то есть модель, на которой видно, как нейроны обмениваются импульсами в реальном времени.

На создание таких моделей Европа и США выделяют многомиллионные гранты. В Швейцарии даже появился Нейрополис — аналог CERN и Кремниевой долины в сфере исследований мозга.



Социом // НЕЛЬЗЯ БЫТЬ СВОБОДНЫМ ОТ ОБЩЕСТВА

Признаёмся: это слово мы придумали сами, по крайней мере нам нигде не удалось найти его в том значении, которое нам кажется важным. Речь идёт о совокупности социальных связей индивида: разговоров с друзьями, взаимодействий на работе, общения в семье. Даже окрик охранника стоит учесть, чтобы понять, почему у чело-

века такое настроение, или спрогнозировать его поведение к концу дня.

Задача грандиозная, но не утопическая. Социологи и психологи всю используют в исследованиях данные из соцсетей, которые фактически являются оцифрованной частью социома. Уверены: в этой области нас тоже ждёт немало открытий! 🐾





Что рассказывают социальные сети о счастье россиян?

Улыбайтесь, ваши селфи СМОТРИТ РОБОТ

■ АЛЕКСЕЙ СМАГИН

Соцсети — один из главных источников больших данных в современном мире. В одном только Фейсбуке каждую минуту появляются 130 тысяч фото, 300 тысяч статусов и полмиллиона комментариев. Мы пишем очередной пост, изучаем любимые группы, лайкаем котиков и даже не задумываемся, что интернет давно уже знает о нас больше, чем родители.

98 млн россиян зарегистрированы в социальных сетях. Каждый день они делают 31 млн публикаций, выкладывают 9 млн фотографий с людьми, активно выражают одобрение и неодобрение другим пользователям. Данные, которыми мы так щедро делимся, позволяют узнать о нас много интересного: от размера зарплаты до тайной любви к мультфильмам с розовыми пони. Эту информацию используют государство,

частные компании, СМИ и независимые исследователи.

Некоторые пользователи закрывают страницы, предоставляя посторонним минимум сведений о себе. Однако если информации нет на странице, это не значит, что её нет нигде: просто нужно знать, где искать.



Артур Хачуян. Генеральный директор аналитической компании SocialDataHub (SDH).

Анализируя профили и группы в социальных сетях, можно обнаружить комментарии и лайки, оставленные пользователем. Выдать вас могут снимки с корпоративов, из клубов, отпуска или просто упоминания в публикациях друзей и сообществ.

Компания SocialDataHub занимается аналитикой открытых источников в интернете. Её алгоритм каждые пять минут сканирует социальные сети, блоги, крупнейшие сервисы отзывов и форумы, сохраняя важные данные на компьютеры компании. Сотрудники SDH видят, когда пользователи создают и удаляют страницы и публикации, могут измерить активность в определённые периоды, а также найти связь между событиями.

Когда данные собраны, их упорядочивают. Удаляют те, что не нужны для обработки, группируют по месту, времени, пользователю или иному параметру. Профили на разных ресурсах объединяют — в этом помогает алгоритм распознавания лиц. Бывает, что в одной соцсети есть фото и реальное имя, в другой — фото, имя и место работы, а на форуме только фото и комментарии. Программы SDH находят все совпадения и собирают информацию о пользователе в единый профиль.

Бывший рекламщик, а ныне специалист по анализу данных **Артур Хачуян** советует не делать в соцсетях ничего, за что может быть стыдно: удалить не получится, вся

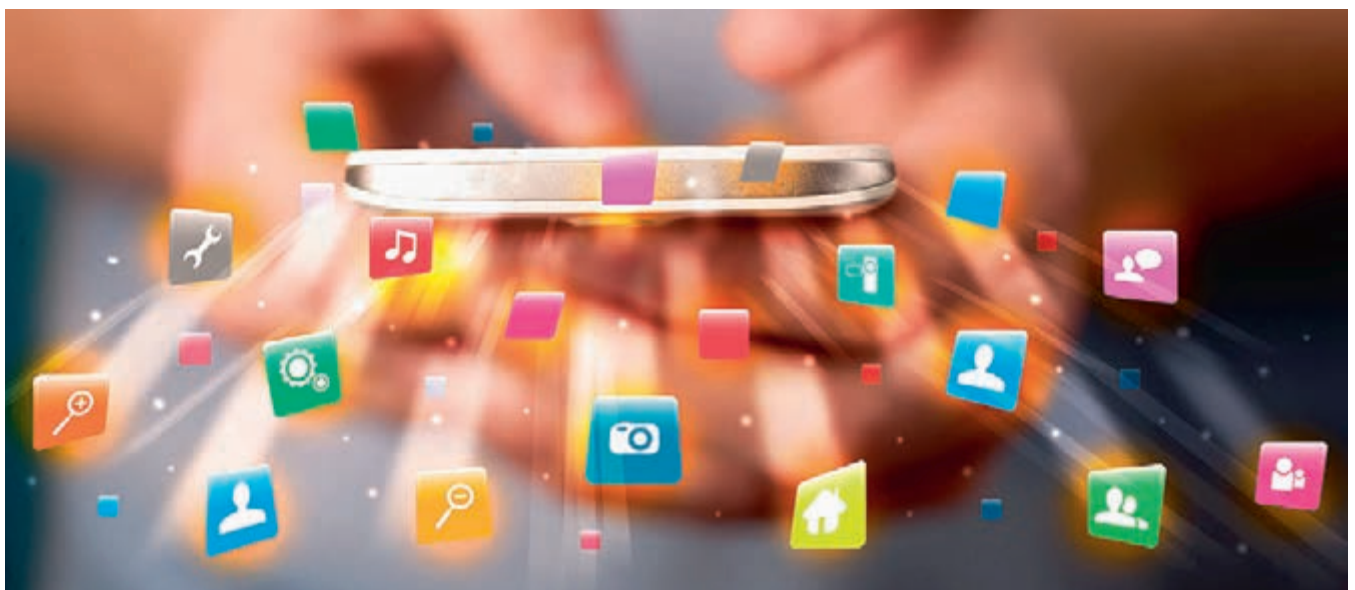
информация о нас хранится на машинах компании. Например, база самой популярной российской сети «ВКонтакте» у SDH есть с 2010 года.

Почему я счастливый такой

В 2015 году SocialDataHub впервые провела исследование «Индекс счастья по регионам России». Данные анализировали как за текущий, так и за предыдущий, 2014 год. Похожую работу тремя годами ранее проделало мониторинговое агентство NewsEffector. Методы исследований различались. В случае NewsEffector жители крупнейших городов России отвечали на вопрос, чувствуют ли они себя счастливыми, а SocialDataHub анализировала социальные сети и другие открытые источники в интернете. Результаты получились... впрочем, смотрите сами.

Самыми счастливыми в рейтинге SDH оказались москвичи и жители Московской области. В первую десятку вошли также Санкт-Петербург, Ленинградская область, Краснодарский край, Свердловская, Ростовская области, Башкирия, Нижегородская область и Татарстан. В опросе NewsEffector (в городах, а не в регионах) первые три строчки заняли Грозный, Тюмень и Казань. Москва и Санкт-Петербург не попали даже в топ-10.

Индекс счастья региона SocialDataHub рассчитывала по 27 параметрам (их подробный список приведён на следующей странице). Ана-



лизировали информацию только о тех пользователях, которые имеют аккаунты в социальных сетях. Для учёта плотности населения ввели параметр «проникновение интернета». Город определяли по соответствующей графе в соцсети, меткам геолокации и подпискам на городские группы.

Превратить данные в знание

Хотя большую часть данных для исследования собирали в социальных сетях, некоторые параметры для повышения точности индекса брали из других открытых источников. Средняя стоимость аренды жилья, ЖКХ и продуктовой корзины, количество рабочих мест, ДТП и средняя продолжительность жизни — данные, которые можно получить из статистических баз, а также на сайтах с объявлениями. Главные источники здесь Росстат (федеральная служба государственной статистики), ЦИАН (база данных по недвижимости), Avito (сайт с объявлениями о продаже, предоставлении услуг, аренде недвижимости и поиске работы). О свадьбах и похоронах, кроме как из соцсетей, SDH узнавала из баз данных загсов, а количество гипермаркетов рядом с домом — информация, которую, зная примерный адрес человека, можно получить по онлайн-карте.

Но как узнать примерный адрес? Сотрудники SocialDataHub утверждают, что 80% отметок геолокации, которые мы случайно или намеренно оставляем на фото, — это дом и место работы. Иногда эту информацию можно проверить: некоторые живописуют свои трудовые будни в постах, комментариях или на форумах. Среднюю зарплату можно определить по базам профильных сайтов — HeadHunter и Superjob.

Маршруты путешествий определить ещё проще: как правило, люди во всеуслышание объявляют, что куда-то уезжают. Выкладывают фотографии, пишут блоги или хотя бы оставляют геометки.

Пользователи часто обмениваются информацией о ценах в любимых кафе в приложениях Foursquare, Swarm, отзывах на картах Google и специализированных сайтах. Поиск благоустроенных парков — задача более сложная: на эту тему



ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДЕКСА СЧАСТЬЯ:

- 👍 средняя заработная плата;
- 👍 средняя стоимость аренды жилья;
- 👍 средняя стоимость ЖКХ;
- 👍 средняя цена продуктовой корзины;
- 👍 средняя цена обеда в точках общественного питания;
- 👍 средняя продолжительность жизни;
- 👍 как часто люди улыбаются на фото;
- 👍 как часто люди путешествуют;
- 👍 количество рабочих мест в городе;
- 👍 количество благоустроенных парков;
- 👍 количество культурных мероприятий;
- 👍 количество детей в семье;
- 👍 количество ДТП в городе;
- 👍 количество гипермаркетов рядом с домом;
- 👍 количество известных земляков;
- 👍 количество свадеб;
- 👍 количество похорон;
- 👍 недовольство/удовлетворение спортивными успехами города;
- 👍 недовольство/удовлетворение погодой;
- 👍 недовольство/удовлетворение ЖКХ;
- 👍 недовольство/удовлетворение медицинскими услугами;
- 👍 недовольство/удовлетворение качеством образования;
- 👍 недовольство/удовлетворение чистотой города;
- 👍 недовольство/удовлетворение работой федеральных властей;
- 👍 недовольство/удовлетворение работой региональных властей;
- 👍 демографическое равенство (соотношение мужчин и женщин);
- 👍 проникновение интернета (процент аккаунтов в социальных сетях от общего числа жителей города).

практически всегда пишут в негативном ключе. Чтобы обнаружить места, где приятно побродить, специалисты SDH считали частоту геометок, анализировали фотографии и тексты — искали приглашения и радостные отчёты о состоявшихся прогулках. С анализом текста связаны все параметры, описывающие недовольство или удовлетворение чем-либо. Для этого у SDH есть отдельный алгоритм, который разбивает сообщения на составные части — предложения и слова, определяет части речи, а затем конкретные факты и их значение.

Известные личности города — это и звёзды, и «лидеры мнений». Причём лидерство определялось не столько по числу подписчиков, сколько по скорости распространения контента. То есть речь идёт об авторитетных людях, которые быстро распространяют информацию в определённых кругах: активные мамочки, водители, общественные деятели.

Всё-таки не очень счастливы

Самое неожиданное в результатах исследования — огромный разрыв между Москвой и любым другим регионом. Если вынести за скобки обе столицы и сопредельные области, средний индекс счастья регионов России за 2015 год составил 308. При этом у Ленинградской области он равен 2378, Санкт-Петербурга — 4845, Московской области — 7865, а у Москвы аж 81098! Артур считает, что такой результат нельзя объяснить ни доступностью данных о московских объектах, ни количеством контента, который выкладывают москвичи: эти факторы они учли. Вопрос в том, определяет ли индекс именно счастье? Параметры описывают скорее благосостояние регионов и то, как оценивают его жители.

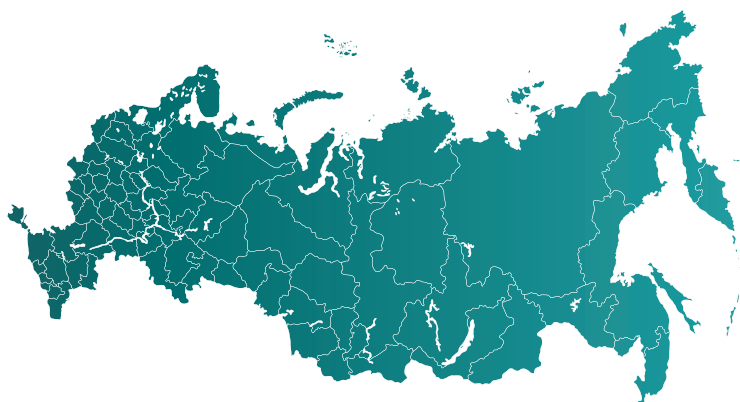
— Россияне не очень счастливы, — говорит Артур. — О плохом пишут в два раза чаще, чем о хорошем, выкладывают очень мало фотографий, где улыбаются. Положительные эмоции в соцсетях вызывают прежде всего такие события, как свадьба, окончание вуза, получение престижной работы. Молодёжь получает удовольствие ещё от мемов и смешных видео. 🐾

Самые счастливые пользователи соцсетей

РЕЙТИНГ ПО РЕГИОНАМ

2015	Регион	2014
83098	Москва	81098
6134	Московская область	7865
3779	Санкт-Петербург	4845
2453	Ленинградская область	2378
1050	Краснодарский край	1190
652	Свердловская область	836
641	Ростовская область	823
551	Республика Башкортостан	707
550	Нижегородская область	706
542	Республика Татарстан	695
763	Челябинская область	641
483	Красноярский край	620
479	Воронежская область	615
464	Пермский край	596
460	Самарская область	591
438	Кемеровская область	562
412	Иркутская область	529
397	Республика Дагестан	510
393	Ставропольский край	504
387	Приморский край	497
353	Новосибирская область	453
351	Владимирская область	450
341	Саратовская область	438
336	Волгоградская область	432
317	Алтайский край	407
301	Тульская область	386
297	Тюменская область	381
292	Омская область	375
288	Рязанская область	370
287	Оренбургская область	369
287	Калужская область	368
240	Ханты-Мансийский АО	308
239	Курская область	307
234	Тверская область	301
230	Пензенская область	296
222	Белгородская область	285
221	Ярославская область	284
216	Забайкальский край	277
211	Липецкая область	271
209	Удмуртская Республика	269
206	Чувашская Республика	265
193	Тамбовская область	248
192	Псковская область	247
187	Кировская область	241
185	Брянская область	238
184	Республика Бурятия	237

183	Курганская область	235
181	Хабаровский край	233
170	Республика Мордовия	219
170	Смоленская область	219
168	Новгородская область	216
166	Архангельская область	214
165	Ульяновская область	212
165	Кабардино-Балкарская Республика	212
235	Чеченская Республика	210
161	Вологодская область	207
150	Калининградская область	193
149	Амурская область	192
145	Ивановская область	187
140	Орловская область	180
131	Астраханская область	168
121	Республика Северная Осетия	156
117	Республика Марий Эл	151
116	Республика Хакасия	149
113	Республика Тыва	145
104	Республика Саха (Якутия)	134
104	Республика Коми	134
103	Карачаево-Черкесская Республика	133
98	Томская область	126
93	Сахалинская область	120
86	Республика Адыгея	111
85	Республика Карелия	110
77	Республика Калмыкия	99
68	Республика Ингушетия	88
66	Мурманская область	85
65	Республика Алтай	84
63	Ямало-Ненецкий АО	81
62	Костромская область	80
58	Камчатский край	75
39	Еврейская АО	51
38	Магаданская область	49
3	Ненецкий АО	4
0	Чукотский АО	1,1
546	Республика Крым	273





En+ Group (www.enplus.ru) – ведущий мировой вертикально-интегрированный производитель гидроэлектроэнергии и алюминия. Включает в себя крупнейшую в мире частную энергетическую компанию «Евросибэнерго». В компании активно ведется разработка инновационных проектов: разработке солнечных панелей нового поколения на основе перовскита, натрий-ионных и алюминий-ионных систем хранения энергии и технологии однопроводной передачи электроэнергии. Инноваторы также занимаются проектами, связанными с обеспечением инфраструктуры для электромобилей. В 2016 году En+ Group в сотрудничестве с корпоративным университетом «Евросибэнерго» и крупнейшими вузами Сибири запустила проект «Энергия будущего» (en.plus), образовательный проект о будущем. Лекции проекта читают известные специалисты в энергетике, климатической экономике, психологии, big-data.



МИНИСТЕРСТВО
ОБРАЗОВАНИЯ
И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ



ДЕПАРТАМЕНТ НАУКИ,
ПРОМЫШЛЕННОЙ
ПОЛИТИКИ И
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА
ГОРОДА МОСКВЫ



МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА

ВСЕРОССИЙСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ

НАУКА +

80 РЕГИОНОВ РФ

FESTIVALNAUKI.RU

МОСКВА

6.10 – 8.10

САЛЕХАРД

30.09 – 1.10

САМАРА

6.10 – 8.10

ВЛАДИВОСТОК

27.10 – 29.10

КРАСНОЯРСК

1.12 – 3.12

ВХОД СВОБОДНЫЙ

ПРОГРАММА ФЕСТИВАЛЯ

Программа Всероссийского
Фестиваля НАУКА 0+



БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ

ЧАСТЬ, ЛЕКАРСТВА,
ЕДА, ГЕНОМ,

КОСМОС, ЛИПА
И ДРУГИЕ ЧАСТИ

ОЦИФРОВАННОГО
МИРА

КОТ ШРЕДИНГЕРА

12+

»» НОВЫЙ ЖИВОЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ ФЕСТИВАЛЯ НАУКИ

СПЕЦИАЛЬНЫЙ
НОМЕР
ОКТАБРЬ 2017



КОТ ШРЕДИНГЕРА * СПЕЦИАЛЬНЫЙ НОМЕР ОКТАБРЬ 2017 * БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ * СУНИГЬР * СТИВ ВОЗНЯК * ЕДА * НОБЕЛЕВСКИЕ ЛАУРЕАТЫ * ТЕРАБАЙТЫ * МГУ



Выбрать Лучшие кадры
Фестиваля **НАУКА 0+**
между интересным
и очень интересным



📍 СВЕТЛАНА СОКОЛОВА-МИХАЙЛОВА, РЕДАКТОР «КШ»

Каждый год примерно в это время я страдаю. И вовсе не потому, что закончились каникулы и началась школа... Школа, к счастью, давно осталась в прошлом, как и универ. Теперь моё главное осеннее страдание — Фестиваль науки.

У невозможно же одновременно посетить десять — двадцать — тридцать мероприятий! Увы, я не Гермиона Грейнджер с маховиком времени. А между тем в Шуваловском корпусе МГУ читают лекцию о древних людях; в Фундаментальной библиотеке выступает нобелевский лауреат; в самом разгаре экскурсия по Астрономическому институту; на связи Международная космическая станция. И всё одновременно. Как тут сохранить рассудок?

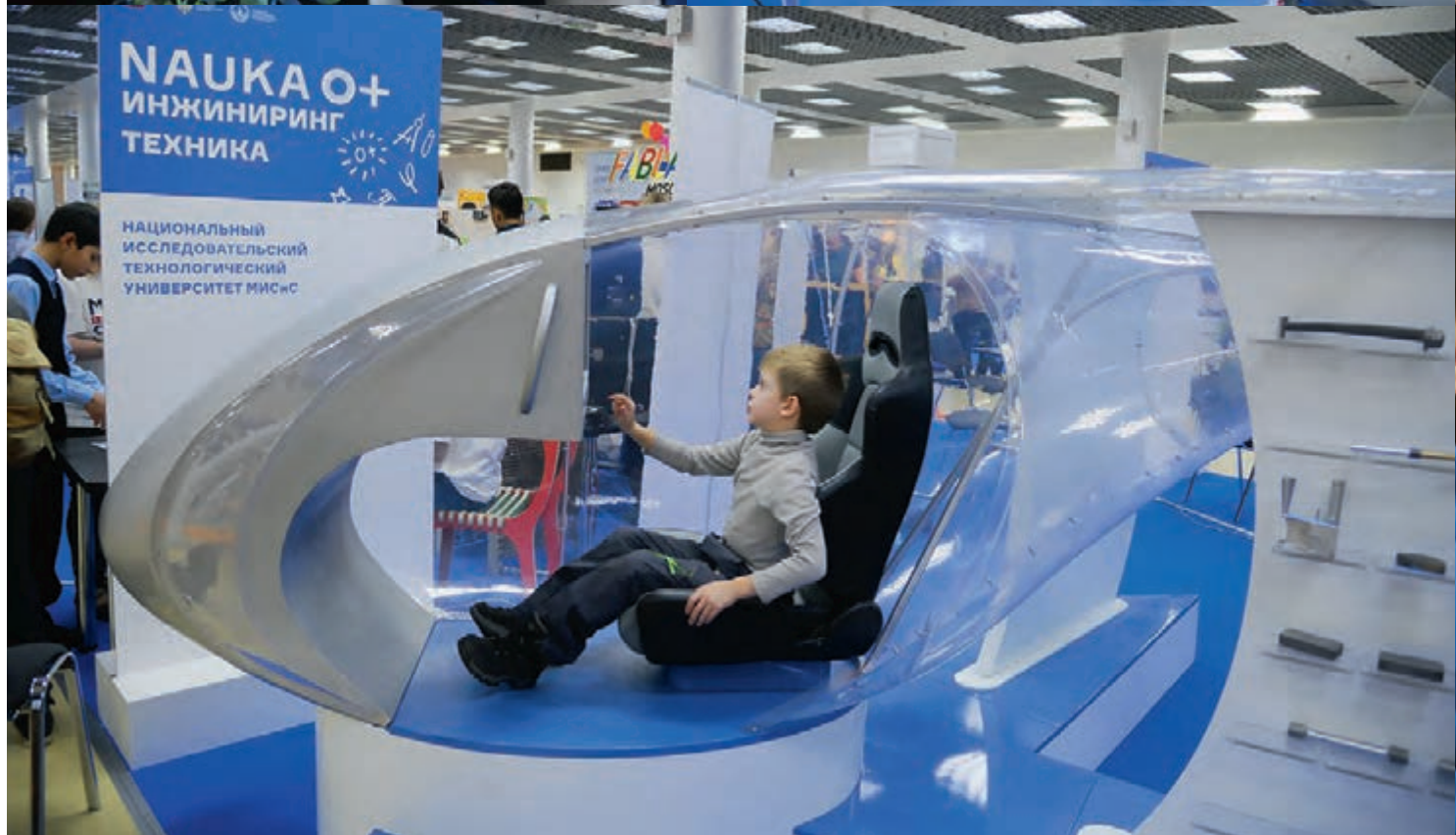
В общем, Фестиваль науки — это про масштаб. И разнообразие. В этом году у него и главная тема масштабная, практически необъятная: большие данные. Шестидесяти полос в журнале не хватило, чтобы рассказать о big data всё, что мы хотели. Пришлось выбирать между хорошим и лучшим.

То же самое приходится делать гостям Фестиваля науки — выбирать: «Пойти или остаться дома? Прослушать лекцию о динозаврах или о Ричарде III? Посмотреть ботанический сад или химическую лабораторию? Задать вопрос или всё-таки не поднимать руку?» Приходится мучительно думать, какую из возможностей осуществить, чтобы получить максимум удовольствия и пользы. Главное — не забывать, что единственную настоящую ошибку можно допустить лишь отказавшись от выбора совсем.

Так что приходите! Будем «страдать» вместе. 🐾









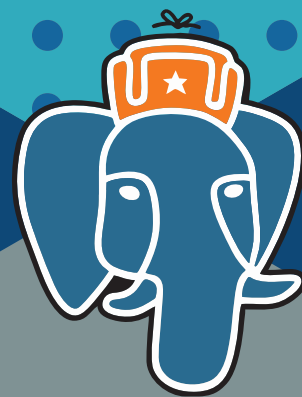






5-7 февраля

Москва. МГУ



Международная техническая конференция по PostgreSQL

PGConf.Russia
2018



Организатор

 **Postgres**
PROFESSIONAL

pgconf.ru



Космос, эволюция и минералы-убийцы

Избранные лекции Фестиваля НАУКА 0+

Фестиваль науки — это сотни лекций, выставок, мастер-классов, научных экспериментов, которые будут проходить в течение трёх дней, с 6 по 8 октября, с утра до вечера. Мы публикуем лишь небольшую часть анонсов, чтобы вы могли сориентироваться, куда податься на этом празднике науки и технологий. Подробности — на сайте festivalnauki.ru.

ГЛАВНЫЕ АДРЕСА

Фундаментальная библиотека МГУ

Ломоносовский просп., д. 27.

Шуваловский корпус МГУ

Ломоносовский просп., д. 27, к. 4.

Главный корпус МГУ

Ленинские горы, д. 1.

ЦВК «Экспоцентр»

Краснопресненская наб., д. 14.



«Как начиналась жизнь на Земле?»

За последние годы были изучены химические условия, способствующие спонтанному образованию таких кирпичиков жизни, как нуклеотиды и аминокислоты. Оказалось, что эти вещества могли образовываться при нагревании или освещении в концентрированных растворах простых азотистых соединений. Подобные соединения формировались как в атмосфере, так и при вулканической активности; будучи устойчивыми к испарению, они должны были накапливаться на поверхности первых континентов.

Есть данные, позволяющие предположить, что возникновение жизни и её развитие до первых клеток могло происходить на бескислородных геотермальных полях вокруг древних вулканических систем, которых на первобытной Земле было много. Следы такого геотермального поля возрастом 3,5 миллиарда лет недавно были обнаружены в австралийской провинции Пилбара.

Где Шуваловский корпус МГУ.

Кто **Армен Мулкиджанян**, профессор факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ, ведущий научный сотрудник НИИ физико-химической биологии им. А. Н. Белозерского МГУ, профессор Оснабрюкского университета (Германия).

Когда 7 октября, 11:00–12:00.



«В поисках происхождения жизни»

Весной нынешнего года австралийские учёные сделали сенсационное открытие. В провинции Пилбара были получены совершенно неожиданные данные об условиях существования самой древней жизни на Земле. Лекция австралийского учёного Мартина ван Кранендонка — уникальный шанс узнать об этих исследованиях из первых рук, познакомиться с гипотезой, которая предлагает любопытнейший взгляд на формирование жизни. Кстати говоря, профессор Кранендонк связан с ещё одним интересным проектом: он включён в группу учёных NASA, которая готовит полёт на Марс.

Где Шуваловский корпус МГУ.

Кто **Мартин ван Кранендонк**, директор Австралийского астробиологического центра, декан факультета наук о жизни, земле и окружающей среде Университета Нового Южного Уэльса (Сидней, Австралия).

Когда 7 октября, 12:25–13:15.



«Большие данные и качество жизни»

Современные информационные технологии вторгаются в самые разные области жизни. То, что называется big data, или большие данные, в корне меняет подход к организации работы промышленных, научных и даже торговых компаний. Эта проблема в той или иной степени затрагивает каждого, поскольку принципиально меняет условия нашей жизни.

Лекция на китайском языке с переводом.

Где Шуваловский корпус МГУ.

Кто **Зуо Чун**, профессор Института программного обеспечения Академии наук КНР, президент компании Sinosoft Co.

Когда 7 октября, 13:30–14:30.



«Невидимые институты: как культура влияет на экономику, а экономика — на культуру»

Почему наша страна создала спутник, космический корабль, гидротурбину и атомную станцию, но не смогла сделать конкурентоспособный телевизор, холодильник, автомобиль и персональный компьютер?

Оказывается, на экономику воздействуют не только технологии, наличие или отсутствие ресурсов, но и культура — ценности и поведенческие установки жителей страны. Можно сопоставить социокультурные изменения, например, с макроэкономической динами-

кой и сделать вполне определённые выводы о том, насколько вероятен экономический рост, какова будет структура экономики и что нужно поменять в ценностях и поведенческих установках людей для достижения тех или иных экономических результатов.

Где Фундаментальная библиотека МГУ, актовый зал.

Кто **Александр Аузан**, доктор экономических наук, декан экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Когда 7 октября, 16:00–17:00.



«Какая дорога ведёт в космос?»

В этом году впервые принимал абитуриентов факультет космических исследований МГУ. Конкурс был солидным, и это не может не радовать: в обществе сохраняется высокий интерес к космонавтике, к космическим исследованиям. Сегодня они выходят на новый уровень — ставятся принципиально новые задачи. Каковы приоритеты учёных, в каком направлении будут развиваться исследования космоса и почему они становятся всё актуальнее?

Где Фундаментальная библиотека МГУ, актовый зал.

Кто **Владимир Соловьёв**, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, лётчик-космонавт, дважды Герой СССР, научный руководитель факультета космических исследований МГУ им. М.В. Ломоносова.

Когда 7 октября, 11:00–12:00.

«Искусственные нейронные сети в криминалистике»

Искусственная нейронная сеть представляет собой математическую модель, воплощённую в компьютерной программе, основанной на принципах организации и построения биологических нейронных сетей. Одна из областей, где успешно применяются нейронные сети, — криминалистика. Как именно? Об этом и пойдёт речь на лекции.

Где Юридический факультет МГУ, Ленинские горы, д. 1, стр. 14.

Кто **Игорь Комаров**, профессор, доктор юридических наук.

Когда 7 октября, 13:00–14:30.





«Глаз и Солнце»

Эволюция создала изощрённую и надёжную систему защиты от светового повреждения. Поэтому, выходя на улицу в солнечный день, мы, конечно же, не слепнем. Однако наследственные или приобретённые дефекты как в машинерии зрения, так и в системе защиты глаза от фотоповреждения способны привести к частичной или даже полной слепоте. Надежду на возвращение зрения даёт новая биологическая методика — оптогенетика.

О том, как устроена молекулярная машинерия зрения, какие пути открывают новые знания для борьбы со сле-

потой, профилактики заболеваний и выбора оптимальных источников освещения, пойдёт речь в лекции академика Михаила Островского.

Где Фундаментальная библиотека МГУ, актовый зал.

Кто **МИХАИЛ ОСТРОВСКИЙ**, академик РАН, президент Физиологического общества им. И. П. Павлова, зав. кафедрой биологического факультета МГУ, зав. отделом фотохимии и фотобиологии Института биохимической физики РАН им. Н. М. Эмануэля. Создатель научной школы в области молекулярной физиологии зрения.

Когда 7 октября, 13:30–14:30.



«Шаманы верхнего палеолита: новые находки в Каповой пещере»

Ответы на вопросы о культуре и искусстве, шаманизме и миграциях в верхнем палеолите археологи Московского университета находят в Каповой пещере. Здешние наскальные изображения — мамонты, лошади, носороги и нерасшифрованные геометрические знаки — позволяют каждый год открывать новую страницу в понимании верхнепалеолитического мира — культурного фундамента современного человечества.

Где Шуваловский корпус МГУ, ауд. Е-237.

Кто **ВЛАДИСЛАВ ЖИТЕНЁВ**, доктор исторических наук.

Когда 7 октября, 12:00–13:00.

«Синхротроны: освещая прошлое»

Профессор Эндрю Харрисон расскажет об уникальных возможностях установок, именуемых синхротронами. Это ускорители элементарных частиц, которые действуют подобно гигантским микроскопам и обладают источником излучения, превосходящим Солнце в десятки миллиардов раз. Такие установки способны «заглянуть» в структуру образцов органического и неорганического мира, не разрушая и не повреждая их. Возможности синхротронов поистине безграничны — они широко используются в том числе для изучения и сохранения культурного наследия.

Где Шуваловский корпус МГУ.

Кто **ЭНДРЮ ХАРРИСОН**, генеральный директор Diamond Light Source — крупнейшего синхротрона Великобритании.

Когда 8 октября, 11:00–12:00.



«Вселенная как лаборатория физики частиц»

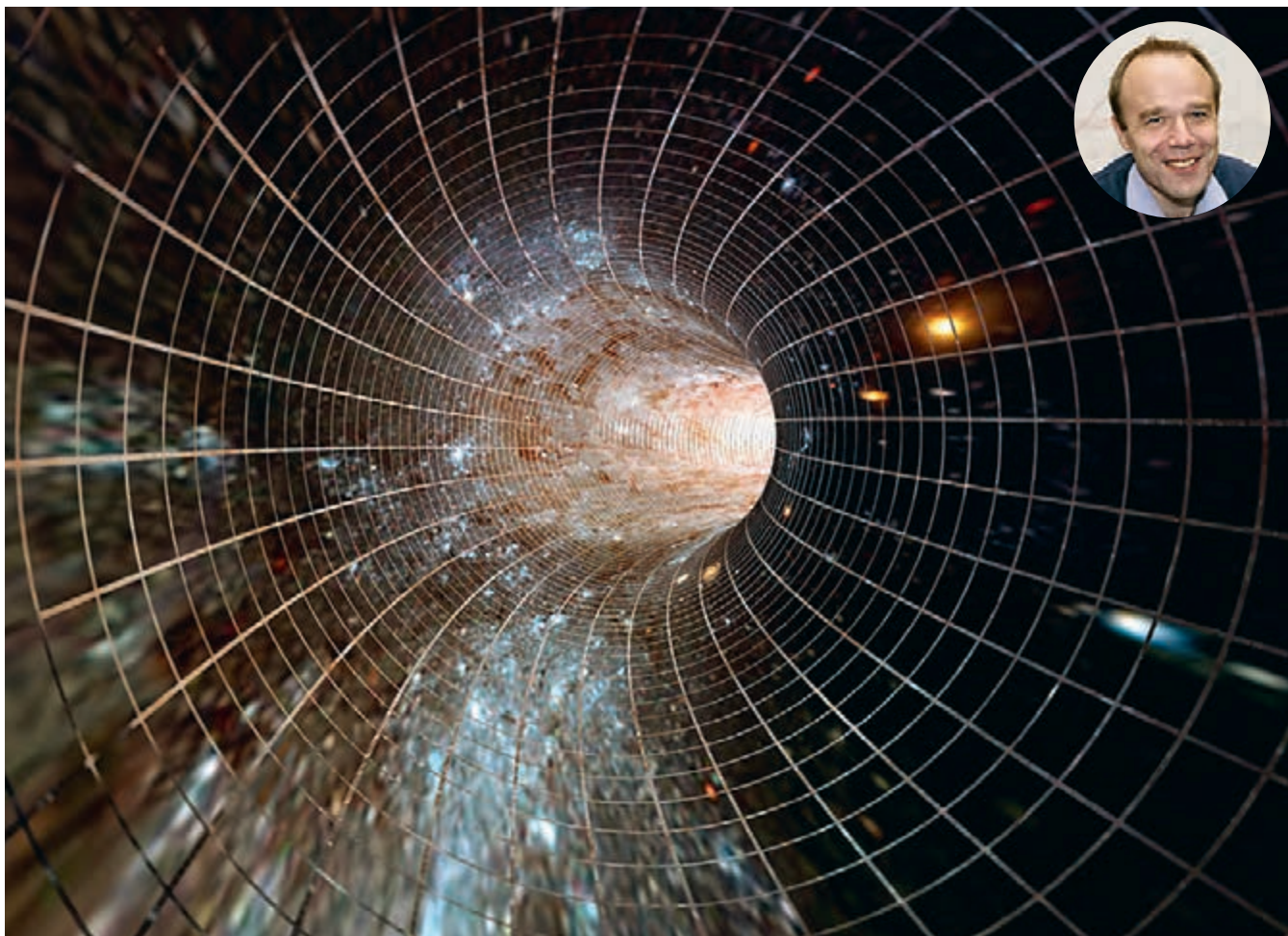
Изучение Вселенной расширяет возможности физики элементарных частиц. В распоряжении исследователя оказываются системы огромных размеров — от планет до Вселенной в целом; промежутки времени в миллиарды лет; крупномасштабные объекты с недостижимыми на Земле плотностями, температурами и магнитными полями: звёзды, ядра галактик, релятивистские потоки вещества. Наибольшая энергия космических частиц на порядки превышает энергию протонов, сталкивающихся в Большом адронном кол-

лайдере. Речь пойдёт о том, как использовать эту гигантскую лабораторию для изучения свойств частиц, поиска новых частиц и их взаимодействий, а также для проверки физических гипотез.

Где Фундаментальная библиотека МГУ, актовый зал.

Кто **Сергей Троицкий**, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник отдела теоретической физики Института ядерных исследований РАН.

Когда 7 октября, 11:00–12:00.



Лекторий молодых учёных

Фестивальный лекторий молодых учёных МГУ приглашает всех интересующихся. Краткий список тем: «Морские рептилии Москвы и Подмосковья», «Границы верхней мантии и их интерпретация», «Минералы-убийцы», «Как стать фоссильей?», «Минералы и драгоценные камни», «Космические лучи», «О формировании месторождений нефти и газа», «Гамма-всплески — загадка Вселенной», «Петрология, магматизм, вулканизм и всё, что с ними связано», «Алмазная история», «Сейсмология: откуда нам известно строение Земли?», «Наука в морях», «Почвы и их роль в жизни человека».

Где Главный корпус МГУ, 5-й этаж, ауд. 508.

Когда 8 октября, 12:00–17:30.



«Биология в XXI веке и её влияние на нашу жизнь»

Известный норвежский учёный не раз выступал с лекциями в Московском университете. Большой интерес вызвали его исследования о влиянии климатических изменений на эпидемии — в том числе чумы, которая в Средние века выкосила едва ли не половину Европы. На этот раз профессор Стенсет расскажет о развитии теории эволюции в наши дни.

Где Шуваловский корпус МГУ.

Кто **Нильс Стенсет**, профессор Университета Осло, президент Норвежской академии наук.

Когда 8 октября, 12:15–13:15.



«Древняя ДНК в исследованиях прошлого»

«Тексты» из прошлого на основе последовательностей ДНК, извлечённой из древних антропологических объектов, позволяют получить новые, неожиданные данные об эволюции и происхождении Homo sapiens. ДНК-исследования древних захоронений выявили природу и источники ряда пандемий, которые в различные исторические эпохи опустошали целые страны и разрушали цивилизации.

ДНК-методологии и критерии аутентичности в исторических криминалистических расследованиях будут описаны на примерах генетической идентификации

останков царской семьи Романовых, выявления такой мутации как «королевская болезнь крови» и других историко-генетических анализов.

Где Фундаментальная библиотека МГУ, актовый зал.

Кто **Евгений Рогаяев**, доктор биологических наук, руководитель отдела геномики и генетики человека Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН и Центра генетики и генетических технологий МГУ; профессор биологического факультета и факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ, Медицинской школы Университета Массачусетса.

Когда 8 октября, 12:15–13:15.

Лекции от «Умного лагеря»

«Тайны криптографии»

История шифрования насчитывает четыре тысячи лет. Вы узнаете, какие методы использовались в разные эпохи; познакомитесь с принципами дешифровки и лично попробуете взломать весьма непростой код.

Где «Экспоцентр», павильон 2, зал 5.

Когда 6–8 октября.

«Парадоксы логики»

Хорошие парадоксы просты по форме и глубоки по содержанию. Их исследование позволяет понять то, что обычно ускользает от нашего внимания, но на самом деле важно — в теории и на практике.

Где «Экспоцентр», павильон 2, зал 5.

Когда 6–8 октября.

«Математическая демократия»

Мы устроим самые настоящие выборы — с выдвижением кандидатов, выступлениями, дебатами и голосованием. Только выбирать будем не президента, а ответ к одной старинной математической задачке, казалось бы, простой как дважды два.

Где «Экспоцентр», павильон 2, зал 5.

Когда 6–8 октября.

«Что такое вероятность?»

Теория вероятностей — интереснейший раздел математики. Мы рассмотрим задачи, решения которых не требуют громоздких формул, но важны для понимания того, что же такое вероятность.

Где «Экспоцентр», павильон 2, зал 5.

Когда 6–8 октября.



Лекции от Объединённого института ядерных исследований

«Зачем становиться физиком-теоретиком?»

Теоретическая физика — мощнейший инструмент изучения природы в самых разных масштабах: от элементарных частиц до космических систем. Результаты почти любого эксперимента бесполезны без теоретического анализа. Кажется, физики-теоретики действительно нужны?

Где «Экспоцентр», павильон 2, зал 5.

Когда 6–8 октября.

«Как учёные побеждают неизлечимые болезни?»

Протонной терапией называют воздействие на организм потока ускоренных частиц — протонов, которые атакуют больные клетки и не вредят здоровым. Единственный в России ускоритель, используемый для протонной терапии, находится в ОИЯИ. Специалисты расскажут, как этот метод помогает победить онкологические заболевания.

Где «Экспоцентр», павильон 2, зал 5.

Когда 6–8 октября.

«Существует ли тёмная материя?»

Планеты, звёзды, мы с вами — на этом Вселенная не заканчивается. В космосе есть и иная материя, которая составляет примерно 85 % массы Вселенной, но почему-то остаётся невидимой. Эта загадка не даёт покоя учёным, а невидимое нечто получило название «тёмная материя».

Где «Экспоцентр», павильон 2, зал 5.

Когда 6–8 октября.

«Коллайдер NICA»

В подмосковной Дубне, в Объединённом институте ядерных исследований, строится коллайдер NICA, с помощью которого учёные в лабораторных условиях воспроизведут первые мгновения Большого взрыва.

Где «Экспоцентр», павильон 2, зал 5.

Когда 6–8 октября.



«Зачем ловить частицы-призраки?»

Нейтрино — самая распространённая элементарная частица и при этом совершенно неуловима. За сутки через человеческое тело незаметно проходят миллиарды нейтрино, не причиняя вреда и не оставляя следов. Возможно, эти частицы таят в себе величайшие секреты Вселенной.

Где «Экспоцентр», павильон 2, зал 5.

Когда 6–8 октября.

Лекции от «Объединённой авиастроительной корпорации»

«Самолёты — раз!»

История и современность российских самолётов четвёртого и пятого поколения.

Кто **Виктор Пугачёв**, герой Советского Союза, заслуженный лётчик-испытатель СССР.

Где Шуваловский корпус МГУ.

Когда 7 октября, 10:30–11:30.

«Самолёты — два!»

Новые концепции летательных аппаратов: будущее начинается сегодня.

Кто **Сергей Чернышёв**, генеральный директор Центрального аэрогидродинамического института им. профессора Н. Е. Жуковского.

Где Шуваловский корпус МГУ.

Когда 7 октября, 11:45–12:45.

«Самолёты — три!»

Лектор расскажет о том, как полимерные композиционные материалы, например, углепластики, вытесняют металлы в создании различных частей самолётов.

Кто **Борис Булгаков**, кандидат химических наук, старший научный сотрудник химического факультета МГУ.

Где Шуваловский корпус МГУ.

Когда 7 октября, 13:00–14:00.





Лекции от «Российского научного фонда»

«Живые полимеры»

Чтобы получить искусственную ткань, необходимо иметь источник клеток, а также биоразрушаемый и одновременно биосовместимый материал для «скелета» ткани. Такого рода органические полимеры можно получать благодаря определённым бактериям. Как учёные контролируют и программируют синтез подобных материалов?

Кто **Екатерина Шишацкая**, доктор биологических наук, профессор РАН, зав. кафедрой медицинской биологии Сибирского федерального университета, ведущий научный сотрудник Института биофизики СО РАН.

Где **Шуваловский корпус МГУ**.

Когда 8 октября, 14:00–15:00.

«Микробиота и здоровье человека»

Количество бактерий, живущих внутри человека, сравнимо с количеством наших собственных клеток. Микроорганизмы, входящие в состав микробиоты, участвуют практически во всех процессах, которые протекают в нашем теле. Как связаны между собой окружающая среда, микробиота и наша иммунная система? Какие меры нужно принимать, чтобы поддерживать свой организм в здоровом состоянии?

Кто **Андрей Круглов**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник НИИ физико-химической биологии им. А. Н. Белозерского.

Где **Шуваловский корпус МГУ**.

Когда 8 октября, 11:00–12:00.

«Маркёры и мишени»

Как открывают и внедряют в практическую медицину онкомаркёры? Что такое таргетная терапия и почему так сложно найти для неё мишени? Как родить здорового ребёнка, если наследственность неидеальна, или стать родителями после химиотерапии? Вас ждёт множество конкретных примеров, в том числе курьёзных.

Кто **Анна Кудрявцева**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Института молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта РАН.

Где **Шуваловский корпус МГУ**.

Когда 8 октября, 12:30–13:30.

«Молекулярная медицина в онкологии»

Изучение молекулярных механизмов возникновения рака привело к значительному улучшению результатов лечения онкологических заболеваний. Появились десятки принципиально новых эффективных лекарственных препаратов, принцип действия которых основан на избирательном поражении опухолевых клеток. Значительный прогресс наблюдается в области внедрения технологий молекулярной медицины в клинику.

Кто **Евгений Имянитов**, заведующий научным отделом НИИ онкологии им. Н. Н. Петрова, доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН.

Где **Шуваловский корпус МГУ**.

Когда 7 октября, 11:00–12:00.



О компьютерах, большой мечте и интеллекте

ФОТО ПРЕДОСТАВЛЕНО ПРЕСС-СЛУЖБОЙ ИГУ

Лекция сооснователя **Apple**

Человек-легенда **Стив Возняк** — в первую очередь изобретатель, инженер-электронщик, программист. В середине 1970-х он практически в одиночку спроектировал компьютеры **Apple I** и **Apple II**, совершившие революцию и определившие дальнейшее развитие компьютерной отрасли, а также основал компанию **Apple** вместе со **Стивом Джобсом** и **Рональдом Уэйном**.

Рады вам сообщить: **Стив Возняк** приедет на Фестиваль науки в МГУ и выступит с лекцией, попасть на которую смогут все желающие (в этот день даже пропускной режим в Главном здании будет не такой суровый, как обычно).

На лекции Стив планирует обсудить с гостями, как искусственный интеллект и машинное обучение изменят нашу жизнь в ближайшие 10–15 лет; как мы поделим с роботами рынок труда; какими будут новые профессии, возникающие благодаря развитию ИИ.

Лекция пройдёт в формате диалога. Модератором выступит **Олег Бартунов**, выпускник физфака МГУ, профессиональный астроном и генеральный директор компании **Postgres Professional** — ведущего российского производителя систем управления базами данных. Он лично приглашает читателей журнала «Кот Шрёдингера» посетить лекцию знаменитого изобретателя и программиста:

— Стив Возняк — человек, который смог предугадать будущее и сделать компьютер понятным и близким простому человеку. Он знает, как развиваются технологии, как они влияют на нашу жизнь. И, главное, хорошо об этом рассказывает. Я хочу, чтобы мы все, и прежде всего молодёжь, студенты, могли пообщаться со Стивом. Вовремя сказанные и услышанные слова великого человека могут изменить чью-то жизнь, помочь понять своё предназначение. Для России очень важно, чтобы молодые люди искали и находили свой путь, реализовывали новые идеи, вели нас вперёд. Поэтому я приглашаю всех: приходите на лекцию Стива за вдохновением! До встречи в МГУ!

Где Ленинские горы, д. 1, Главный корпус МГУ, актовый зал.

Когда 7 октября, в 12:00.

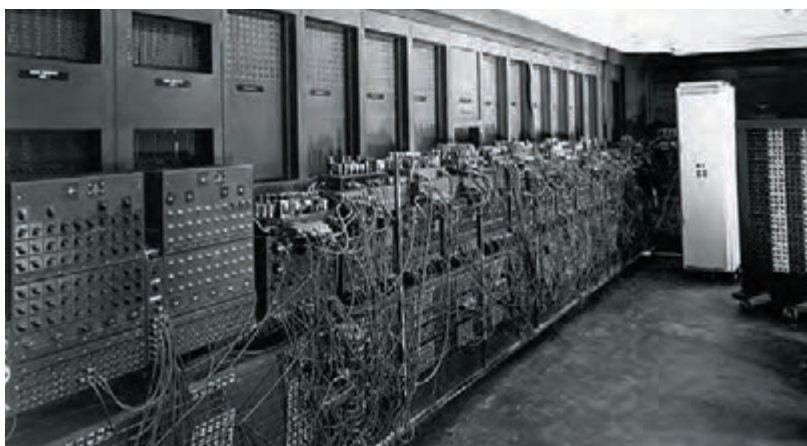
Вход свободный.



ФРАГМЕНТ ИЗ КНИГИ СТИВА ВОЗНЯКА И ДЖИНЫ СМИТ «СТИВ ДЖОБС И Я: ПОДЛИННАЯ ИСТОРИЯ APPLE»

«...Примерно в то время со мной произошла очередная счастливая случайность. Я наткнулся на статью о компьютерах в одном из старых инженерных журналов, копившихся у моего отца. Тогда, в 1960 году, нечасто можно было встретить публикации о компьютерах. И я нашёл статью о компьютере ENIAC, ещё и с фотографией. ENIAC [электронный числовой интегратор и вычислитель] был первым настоящим компьютером в понимании большинства людей. Он был создан военными во время Второй мировой войны для расчёта траекторий снарядов. Получается, он был спроектирован ещё в 40-е годы. В этом журнале были всяческие фотографии огромных компьютеров и статьи с их описанием. Они не были похожи ни на что из того, с чем я сталкивался. На одной фотографии была изображена большая круглая трубка, почти как в телевизоре. И в статье описывалось, как в этой круглой трубке хранятся данные всех этих огромных компьютеров. В ней использовался фосфорный свет, и система могла считывать, был ли свет включён или выключен — в точности так же, как нули и единицы в современных компьютерах означают включённое или выключенное состояние. А ещё эти компьютеры могли быстро сбрасывать данные. Таким образом, как писалось в статье, можно было хранить данные, и я был очень заинтригован этой идеей.

Тогда мне было лет одиннадцать. Внезапно я осознал, что эти компьютеры могли делать невероятные вещи. Конечно, в то время ещё не умели изготавливать компьютеры, которые могли бы использоваться простыми людьми. О том, чтобы любой мог купить компьютер, принести его домой и научиться на нём работать, не было и речи. Я подумал, что это было бы просто замечательно, и это стало моей Мечтой. Именно так, с заглавной буквы — потому что это было для меня главной движущей силой на протяжении многих лет. Я всё думал, как бы эту Мечту осуществить».





Подростки, черепа и виртуальность

Премьера VR-фильма о первых **Homo sapiens в Европе**

Сунгирь — стоянка ранних современных людей, первых представителей *Homo sapiens*, на территории Владимирской области. Чем она интересна?

- Это одна из самых северных стоянок древнего человека эпохи верхнего палеолита.
- Одна из самых старых: ей около 30 тысяч лет.
- Одна из самых богатых и исследованных: за 30 лет учёные нашли здесь около 80 тысяч предметов из кости и бивня мамонта, а также уникальные захоронения.
- Была обнаружена сравнительно недавно — в 1955 году во время строительства тракторного завода.

Сунгирь прославилась зрелищными погребениями. Так, в одной могиле археологи нашли мужчину 40–50 лет, а также двух подростков. Скелеты лежали головами друг к другу; одежда детей была обшита тысячами бусин из мамонтовой кости, рядом с покойными нашли 11 тысяч статуэток, амулетов, украшений, дротики и копья. Анализ ДНК показал, что дети были, скорее всего, родственниками.

Современные компьютерные технологии помогли воспроизвести облик детей.

Компания Visual Science в партнёрстве с Институтом этнологии и антропологии РАН, при поддержке Всероссийского фестиваля науки создала научный фильм в фор-

мате виртуальной реальности, где показала процесс послышной 3D-реконструкции лиц подростков из сунгирского захоронения. Черепа, мышцы, мягкие ткани, кожа, волосы предстают в мельчайших деталях.

В октябре 2017 года на центральной площадке Фестиваля НАУКА 0+ — в Фундаментальной библиотеке МГУ — вас ждёт событие, которое нельзя пропустить: премьера VR-фильма о Сунгире «Взглянуть в глаза первым *Homo sapiens* в Европе».

Также в программе:

- 3D-шоу со светом и музыкой.
- Интерактивная зона реконструкции исторических персонажей, где участники в режиме мастер-класса смогут воссоздать внешность некоторых исторических личностей на основе гипсовых копий их черепов.

Научная достоверность позволяет использовать этот фильм как учебный материал для студентов-антропологов, а популярное изложение фактов и самые современные технологии делают его доступным для всех интересующихся археологией.

VISUAL SCIENCE — high-end визуализация, коммуникация и образование в сфере науки, фармацевтики, медицины и других высокотехнологичных областей, требующих точности передачи информации и превосходной подачи.

ГДЕ Фундаментальная библиотека МГУ им. М.В. Ломоносова.

КОГДА В дни Фестиваля науки.



ПРИГЛАШАЕМ ВСЕХ-ВСЕХ-ВСЕХ на лекцию профессора Шехтмана о кристаллографии, «правильных» и «неправильных» кристаллах и о том, как электронная микроскопия помогает совершать великие открытия.

Где Шуваловский корпус МГУ.

Когда 8 октября, 15:00-16:30.



«Неудача — это нормально»

«Правила жизни» нобелевского лауреата **Дана Шехтмана**

В 2011 году израильский учёный Дан Шехтман получил Нобелевскую премию за открытие квазикристаллов.

Возможность существования этого вещества лет тридцать была предметом жарких споров — настолько не вписывается оно в известные физические и химические законы. «КШ» побеседовал с профессором Шехтманом и записал, что думает о науке и жизни нобелевский лауреат.

Хороший учёный, во-первых, работает над важными вопросами и совершает открытия. Во-вторых, умеет хорошо общаться с коллегами. В-третьих, он педагог, потому что передавать знания следующему поколению — это очень важно.

Я всегда говорил о науке со своими детьми, а теперь говорю с внуками. Приучайте детей к науке с детского сада. Сделайте так, чтобы наука казалась им простым делом. Я сейчас сижу с внуком, который только что пошёл в школу, — мы учим геометрию. Однажды мы нарисовали треугольник, потом квадрат, потом пяти-, шестиугольник. Я спросил: «Что будет, если нарисовать бесконечное количество углов?» Он ответил: «Круг». То есть то, что объясняют взрос-

лым школьникам, он понял в пятилетнем возрасте.

Самые важные люди в мире — это учителя. Именно они передают знания следующему поколению. Главная задача любого правительства — достойно оплачивать работу хороших учителей.

В России основная проблема — английский язык. Каждый должен говорить по-английски. Мой первый язык — иврит, английский я учил уже в зрелом возрасте: просто понял, что не смогу без него заниматься наукой. Хотим мы того или нет, но сейчас это универсальный язык для обсуждения любого предмета в мире.

Наука не имеет границ. Не существует российской, американской или израильской науки. Если вы пишете статью на русском языке, мало кто сможет её прочитать и понять, что вы великий учёный.

Идея — это 20% успеха. Когда вы запускаете стартап, то делаете обзор рынка, собираете информацию о конкурентах, выясняете, как производить продукт, какое потребуются оборудование, при необходимости ищите партнёра. А также арендуете помещение, нанимаете персонал — совершаете много-много действий, которые и обеспечивают в итоге 80% успеха. Это огромная работа. Поэтому хороших идей миллионы, но в реальность воплощены буквально единицы.

Неудача — это нормально. Всегда начинайте заново, сколько бы раз ни «пролетали». С каждой попыт-

кой шансы на победу возрастают. Большинство людей добиваются успеха минимум со второго, а то и с третьего раза.

Сказать честно, я получил Нобелевскую премию потому, что я не очень хороший стартап-менеджер. Тут либо одно, либо другое. В противном случае я был бы богатым человеком — но без Нобелевской премии.

Если бы школьник или совсем юный студент, избравший стезю учёного, спросил меня, какой наукой заниматься, я бы посоветовал молекулярную биологию. Именно её методы помогут решить большую часть наших проблем, избавиться от самых тяжёлых заболеваний. Лекарства от рака — это то, что действительно нужно. Как и персонализированная медицина — препараты, подобранные для каждого конкретного человека. Я думаю, что в этой области неизбежно случится взрыв технологий.

Я против редактирования генома человека. Но мы не в силах предотвратить развитие этой технологии. Конечно, можно принимать запрещающие законы, но в мире всегда найдётся место, где этим будут заниматься. Остановить процесс невозможно. Но я считаю, что это плохо. Я бы не хотел, чтобы человек производил генетически модифицированных людей. Это очень опасно. Но, с другой стороны, чем лучше мы понимаем человеческий организм, тем больше шансов победить неизлечимые болезни.

ЧТО ТАКОЕ КВАЗИКРИСТАЛЛЫ?

ФРАГМЕНТЫ ЛЕКЦИИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА СКОЛКОВСКОГО ИНСТИТУТА НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОФЕССОРА РАН, КРИСТАЛЛОГРАФА АРТЁМА ОГАНОВА НА POSTNAUKA.RU :

«Квазикристаллы — что это? Это упорядоченные вещества, обладающие дальним порядком, но при этом не обладающие трансляционной симметрией. Что это значит? В кристаллах можно выделить параллелепипед микроскопических, нанометровых размеров, который бесконечно много или очень много, фактически бесконечно много раз повторяется в трёх измерениях и этим повторением заполняет полностью пространство. Таким образом, структура кристалла может быть полностью описана структурой, положением атомов и размерами этого маленького “ящичка”.

В квазикристаллах этого нет — там очень причудливое заполнение пространства. <...>

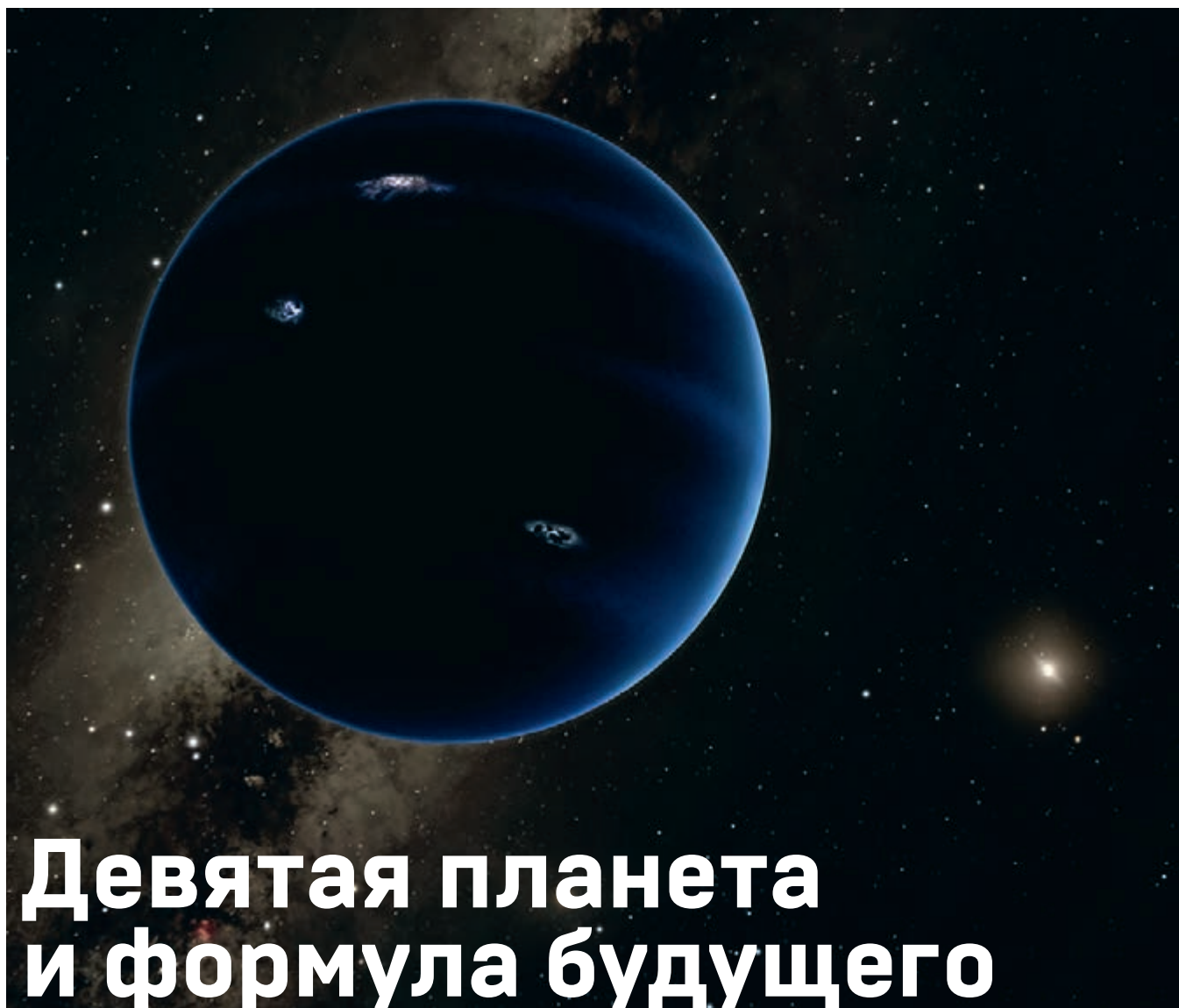
Квазикристаллы были открыты в 1982 году. Работа израильских, американских, французских исследователей поначалу

была встречена в штыки. Им потребовалось два года, чтобы опубликовать её, пройти рецензентов — а затем был фурор. Найдены сотни квазикристаллов, все они являются металлическими. Недавно квазикристаллы были найдены в коллоидных, полимерных системах. Почему только металлические сплавы являются квазикристаллами, до сих пор непонятно, но известно, что это плохие металлы — как правило, хрупкие, с низкой электро- и теплопроводностью. Им ищут и уже находят применение; появляются возможности проводить расчёты и создавать полные теории, основанные на крайне экзотическом способе описания квазикристаллов — их многомерном представлении. Можно сказать, что квазикристаллы — это пришельцы из многомерных миров».

НОВАЯ РОССИЙСКАЯ АВИАЦИЯ



MC-21
www.uacrussia.ru
office@uacrussia.ru



Девятая планета и формула будущего

Избранные мероприятия Фестиваля НАУКА 0+

Всё, что вам нужно знать о самом масштабном в России научно-популярном событии.

Во-первых

Главная тема XII Фестиваля науки — big data. Благодаря цифровым технологиям в мире накапливается огромное количество информации: её объёмы оцениваются миллиардами триллионов байт. При должной обработке эти массивы становятся ценнейшим ресурсом. Организаторы Фестиваля приготовили для вас лекции на тему big data, а редакторы «КШ» посвятили боль-

шим данным почти все материалы номера.

Во-вторых

Фестиваль пройдёт в 80 регионах страны на площадках вузов, академических институтов, государственных научных центров, инновационных компаний, наукоградов, музеев, исследовательских центров.

Организаторами Всероссийского фестиваля науки являются Министерство образования и науки России, Правительство Москвы (департамент науки, промышленной политики и предпринимательства) и МГУ им. М. В. Ломоносова. Активную поддержку оказывают спонсоры и партнёры.

В-третьих

Гостей Фестиваля НАУКА 0+ ждут интерактивные выставки в Фонда-

ментальной библиотеке МГУ, научно-популярные экспозиции в павильонах «Экспоцентра» на Красной Пресне, лекции выдающихся учёных в Шуваловском корпусе и в Главном здании МГУ, а также незабываемый фейерверк на Воробьёвых горах.

Лектории, мастер-классы и конференции пройдут также в РУДН, МАИ, РЭУ им. Г. В. Плеханова, МГПУ, Финансовом университете при Правительстве Российской Федерации и других ведущих вузах столицы.

В-четвёртых

Идеология всемирного движения maker fair — конструировать и создавать всё подряд своими руками. Этой осенью к глобальной волне мейкерства смогут присоединиться и гости Фестиваля науки в Москве.



НАУКА
ТЕЛЕКАНАЛ



ПРЕМЬЕРА НА ТЕЛЕКАНАЛЕ «НАУКА»

НЕФАКТ!

С АЛЕКСЕЕМ ЕГОРОВЫМ

ЦИКЛ ПЕРЕДАЧ,
ОТВЕЧАЮЩИЙ НА САМЫЕ
НЕОБЫЧНЫЕ ВОПРОСЫ!

*Инопланетные
жизни?*


*Есть ли
жизни на
Марсе?*


*Зачем
исследовать
космос?*


*Слишком
маленький
планет?*


*Можно ли
лететь
в космос?*

*Земля
улетит?*

 vk.com/tv_nauka

 facebook.com/nauka20

 youtube.com/c/naukatv

 naukatv.ru

СПРАШИВАЙТЕ У ОПЕРАТОРОВ ПЛАТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ



ПОЗНАНИЕ

12+



Лекция ректора МГУ

По традиции Фестиваль НАУКА 0+ откроет ректор МГУ Виктор Садовничий. Он выступит с лекцией о нобелевских лауреатах 2017 года. Также в программе открытия — научные шоу, приветственные речи, а в самом конце фейерверк.

Кто **Виктор Садовничий**, академик РАН, ректор МГУ им. М. В. Ломоносова, сопредседатель Всероссийского фестиваля науки.

Где **Фундаментальная библиотека МГУ**, актовъй зал. Ломоносовский просп., д. 27.

Когда 6 октября, 18:00–19:50.



Телемоcты

МГУ— Международная космическая станция

Где **Шуваловский корпус МГУ**, ауд. В2. Ломоносовский просп., д. 27, корп. 4.
Когда 7 октября, 14:00–15:00.

МГУ— Антарктическая станция

Где **Шуваловский корпус МГУ**, ауд. В2.
Когда 8 октября, 13:10–14:30.

Экскурсии

Фабрика чипов

Что Компания **«Микрон»** — признанный лидер в области микроэлектроники. Добро пожаловать на российскую фабрику чипов! В программе экскурсии — чистые комнаты, инженерная инфраструктура, производство транспортных карт и чип-модулей. Мы покажем, как всё происходит.

NB! Только для организованных групп. За 3–5 дней до экскурсии необходимо прислать Ф. И. О., паспортные данные и контактные телефоны участников на info@festivalnauki.ru.

Где **г. Зеленоград**, 1-й Западный пр., д. 12, стр. 1.

Когда 6 октября, 14:00–18:00.



Ботанический сад МГУ

Кто **Татьяна Лаврова**, кандидат биологических наук.

Где **Ботанический сад МГУ**, Ленинские горы, д. 1, стр. 12 (вход со стороны ул. Академика Хохлова).

Когда 6–8 октября, 12:00–17:00.

Астрономический институт

Что В ходе экскурсии по главному зданию Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга МГУ (ГАИШ) на Воробьёвых горах вы увидите настоящие астрономические инструменты, узнаете об истории создания института и научных исследованиях его сотрудников.

Кто **Константин Постнов**, доктор физико-математических наук, профессор физического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова.

Где **ГАИШ МГУ**, Университетский просп., д. 13.

Когда 7 октября, 12:30–14:00.



Космос

«Загадки Луны»

Что Лекция. Вы узнаете об истории изучения Луны и исследовании её космическими аппаратами, познакомитесь с гипотезами происхождения и эволюции этого небесного тела, современными планами его терраформирования.

Кто **Владислав Шевченко**, доктор физико-математических наук, заведующий отделом исследования Луны и планет ГАИШ МГУ.

Где **ГАИШ МГУ**.

Когда 7 октября, 14:00–15:00.

«Идентичность науки в XIII–XVII веках»

Что Лекция. Почти 400 лет космология составляла основу учебных программ почти всех европейских университетов. Учёные использовали космологию как основу создания системы взаимосвязанных областей знаний, которые касались исчисления времени и регулирования жизни, географии, медицины, фармакологии и алхимии. Лекция будет посвящена тому, как зародилась и развивалась система знаний, непрерывно добавляя всё новые и новые абстрактные уровни знаний.

Кто **Маттео Валлериани**, Институт Макса Планка, директор отделения истории науки, Берлин.

Где **Шуваловский корпус МГУ**, ауд. В5.

Когда 7 октября, 14:45–15:45.

«Девятая планета: поиски и открытия»

Что Лекция. Девятую планету Солнечной системы неоднократно предсказывали, открывали и «закрывали». Недавно астрономы детально исследовали Плутон, который в итоге так и не стал номером девять. Сейчас космические телескопы ищут нового кандидата.

Кто **Владимир Сурдин**, доцент ГАИШ, кандидат физико-математических наук.

Где **ГАИШ МГУ**.

Когда 7 октября, 15:00–16:00.

«Нужно ли нам покидать Землю?»

Что Профессор Герцер поделится опытом работы в качестве директора Института аэрокосмической медицины Немецкого национального аэрокосмического центра в Германии.

Кто **Руперт Герцер**, проректор университета Сколтех, Германия.

Где **Шуваловский корпус МГУ**, ауд. В5.

Когда 8 октября, 14:45–15:45.

Химия

«Формула будущего»

Что Выставка. На стенде «Формула будущего» гости Фестиваля узнают о разработках ведущих химических компаний: DOW, Covestro, Poly Plastic, Evonik, «Сибур» и «Еврохим», познакомятся с достижениями химического факультета МГУ и Российского союза химиков. Смогут приобрести научно-популярные книги издательства «Дрофа», посмотреть фильмы в купольном кинотеатре, посетить лекции, поучаствовать в мастер-классах и насладиться шоу-программой.

Где **ЦВК «Экспоцентр»**, Краснопresненская наб., д. 14.

Когда 6–8 октября, 10:00–18:00.



Криминалистика

«Секреты подделок произведений искусства»

Что Увлекательный рассказ о том, какие научные и технические методы используются при раскрытии преступлений, связанных с подделками произведений искусства.

Кто **Джеффри Тейлор**, директор магистратуры в Университете Западного Колорадо, ведущий специалист по подделке произведений искусства и основатель Нью-Йоркской лаборатории художественной криминалистики.

Где **Шуваловский корпус МГУ**, ауд. В5.

Когда 8 октября, 11:00–12:00.

Материаловедение

«Красота материалов»

Что Выставка. Факультет наук о материалах МГУ подготовил интерактивные инсталляции, посвящённые современным материалам из области фотоники, солнечной энергетики, мембранных технологий, 3D-печати биоматериалов и сверхпроводников. Не пропустите фотовыставку «Красота материалов»!

Где ЦВК «Экспоцентр».

Когда 6–8 октября, 10:00–18:00.

Большие данные

Что Лекции от Лицея информационных технологий № 1533. Темы: «Искусственный интеллект становится глубже» (как технология глубокого обучения позволила совершить прорыв в области искусственного интеллекта); «Большие данные — мост между микромиром и космосом» (как учёные ставят эксперименты на Большом адронном коллайдере; как получают, извлекают, хранят и обрабатывают большие данные); «Большие данные вокруг нас и о нас» (почему появление огромных массивов данных о пользователях СМИ не только открывает новые возможности для развития медиа и экономики, но и создаёт опасности, с которыми раньше человечество не сталкивалось);

«Металлургия — отрасль с сильными традициями и перспективным будущим»

Что Выставка. Стенд генерального партнёра Фестиваля науки компании «Норникель» рассказывает о металлургии — отрасли, которая постоянно развивается, делая ставку на молодых профессионалов. Здесь вы познакомитесь с историей развития отрасли, узнаете, как устроен современный металлургический комбинат и какой станет металлургия в будущем.

Где Фундаментальная библиотека МГУ.

Когда 6–8 октября.

«Большие данные в управлении космическими аппаратами» (почему задачи, связанные с обеспечением информационного покрытия Земли, требуют анализа больших данных).

Кто Михаил Бурцев, зав. лабораторией нейронных систем и глубокого обучения МФТИ; Фёдор Ратников, старший научный сотрудник факультета компьютерных наук НИУ ВШЭ; Кирилл Танаев, директор Института современных медиа; Андрей Иванов, начальник отделения командно-программного и телеметрического обеспечения полётов Центра управления полётами ЦНИИмаш («Роскосмос»).

Где Шуваловский корпус МГУ, ауд. Д5.

Когда 8 октября, 12:00–17:00.



Медицина

Поиграть в медсестру

Что Мастер-класс и выставка. «ИНВИТРО», медицинский партнёр Фестиваля науки, крупнейшая частная медицинская компания в России, организует мини-лабораторию прямо в библиотеке МГУ. Любой желающий сможет попробовать себя в роли медсестры, врача-лаборанта и совершить VR-экскурсию. Ещё интереснее стенд лаборатории биотехнологических исследований 3D Bioprinting Solutions, инвестором которой является «ИНВИТРО». Компания представит первый в мире космический биопринтер, который вскоре отправится на МКС.

Лаборатория 3D Bioprinting Solutions входит в топ-5 лабораторий мира по биофабрикациям. В 2014 году компания создала первый в России биопринтер Fabion для печати органоидов и распечатала на нём щитовидную железу мыши. Прибор является одним из наиболее мультифункциональных биопринтеров в мире по возможности печати различными материалами.

Где Фундаментальная библиотека МГУ.

Когда 6–8 октября, 10:00–18:00.

«Найти лекарство от всех болезней»

Что Фонд Марка Цукерберга и Присциллы Чан поставил своей целью найти лекарство от всех болезней в ближайшие 100 лет. Насколько это возможно?

Кто Люк О'Нил, профессор, глава кафедры биохимии в Тринити-колледже в Дублине (Ирландия). Самый влиятельный иммунолог в мире по версии агентства «Рейтер».

Где Шуваловский корпус МГУ, ауд. В4.

Когда 7 октября, 16:00–17:00.

История

«Портрет Российской империи»

Что Профессор Брумфилд расскажет о вкладе в культуру и науку Сергея Михайловича Прокудина-Горского — русского фотографа, химика (ученик Менделеева), изобретателя. Лекция организована при поддержке корпорации «Роскосмос».

Кто **Уильям Брумфилд**, профессор Университета Тюлейн, крупнейший специалист по русской культуре, фотограф, куратор коллекции Прокудина-Горского Библиотеки Конгресса США.

Где **Шуваловский корпус МГУ**, ауд. В2.

Когда 7 октября, 12:15–13:15.

«Операция “Асфальт”»

Что Лекция. «Асфальт» — название проводившейся в 1951 году норвежским правительством операции по переносу останков советских солдат и военнопленных из разрозненных захоронений на воинское кладбище на острове Хьетта. Тела были пропитаны асфальтом. По каким причинам выполнялась эта операция, и как на неё реагировали местные жители?

Кто **Марианне Неерланд Солейм**, профессор, глава Баренцинститута.

Где **Шуваловский корпус МГУ**, ауд. В5.

Когда 7 октября, 14:45–15:45.

«Имена в средневековой Руси»

Что Лекция. Изучение выбора имени в Средние века — особый раздел ономастики на стыке лингвистики, истории и истории культуры. Нередко имя оказывается, по сути, единственным квантом информации о целом хронологическом периоде. Имена являют собой целостную систему, своеобразный язык, уникальный для каждой культурной традиции. Вы узнаете, из чего и как складывался древнерусский язык имён.

Кто **Фёдор Успенский**, член-корреспондент РАН, доктор филологических наук, заместитель директора Института славяноведения РАН, ведущий научный сотрудник НИУ ВШЭ.

Где **Фундаментальная библиотека МГУ**, актовЫй зал.

Когда 7 октября, 12:15–13:15.

Ботаника

«Отношения растений»

Что Лекция. Долгое время многие учёные отрицали наличие половых отношений в мире растений, зачастую неправильно интерпретируя собственные наблюдения. Открыв-

шаяся правда оказалась увлекательнее любого фантастического романа! Никто не предполагал, что у наземных растений две фазы жизненного цикла, а репродуктивные и половые органы — не одно и то же.

Где **Государственный Дарвиновский музей**, ул. Вавилова, д. 57.

Когда 7 октября, 13:00–14:00.

Биология

«Как видят птицы?»

Что Презентация интерактивного комплекса, рассказывающего о зрении птиц. Комплекс включает сборно-разборную и цифровую модели птичьего глаза, а также программу, имитирующую особенности восприятия пространства разными пернатыми.

Где **Государственный Дарвиновский музей**.

Когда 6–8 октября, 10:00–18:00.

«Калейдоскоп беспозвоночных»

Что Мастер-классы и мини-лекции сотрудников кафедры зоологии беспозвоночных биологического факультета МГУ. Посетители научатся делать временные живые препараты и пользоваться оптическими приборами, узнают о разнообразии беспозвоночных и особенностях их жизни. Темы мастер-классов и лекций: «Прожорливые убийцы», «Море в аквариуме», «Сколько ножек у рачка?», «Мир в капле воды», «Откуда берутся медузы». Программа подготовлена специально для детей дошкольного возраста.

Где **Биологический факультет МГУ**, кафедра зоологии беспозвоночных, 5-й этаж, каб. 594. Ленинские горы, д. 2, стр. 12.

Когда 6–8 октября, 11:00–18:00.

«Тайны полярной ночи»

Что Морские биологи из Норвегии расскажут о тайной жизни морских организмов во время полярной ночи в Арктике. Университет Тромсё — старейший партнёр Московского университета.

Кто **Йорген Берге**, профессор кафедры морской и арктической биологии факультета биологических наук, рыболовства и экономики Университета Тромсё; Гейер Йонсен, профессор кафедры биологии факультета естественных наук Норвежского университета науки и технологии.

Где **Шуваловский корпус МГУ**, ауд. В5.

Когда 7 октября, 11:00–12:00.

«Большие данные и животные»

Что Выставка. В Зоологическом музее МГУ хранятся почти 10 млн экземпляров современных видов животных. Это гигантский архив биологического разнообразия, каждый экземпляр которого уникален. В коллекцию ежегодно поступают несколько тысяч новых экспонатов.

Как зоологический объект попадает в музейную коллекцию и становится научным материалом? Какие существуют способы и формы хранения биоматериала? Почему коллекцию нужно не только хранить, но и постоянно пополнять?

Где **Фундаментальная библиотека МГУ**.

Когда 6–8 октября, 10:00–18:00.





Палеонтология

«Мир окаменелостей: фантазия прошлого»

Что Лекция. Как пишется каменная летопись жизни? Какие бывают окаменелости и как они образуются? Кому на самом деле принадлежат мифические кости гигантов, рога единорогов, когти драконов, черепа циклопов, раковины, похожие на бараньи рога? Где в России можно найти динозавров? Зачем нужна и как работает палеонтология? Не упустите возможность потрогать зуб мамонта, раковины аммонитов и кости динозавров; узнать, как образовались железные руды, каменный уголь, мрамор, яшма, строительный известняк. Вы увидите, почувствуете и откроете для себя удивительную науку об организмах далёкого прошлого.

Кто **Валентина Назарова**, кандидат геолого-минералогических наук.

Где **Главное здание МГУ**, геологический факультет, 5-й этаж, ауд. 514.

Когда 8 октября, 11:00–16:00.

Потрогать кости ящера

Что Интерактивная выставка останков ископаемых животных, обитавших на территории Москвы и Московской области 100–320 млн лет назад. Будут представлены раковины древних моллюсков и брахиопод, ростры белемнитов, также называемые «чёртовыми пальцами», кораллы, кости морских ящеров и многое другое. Любой образец можно потрогать.

Кто На вопросы посетителей ответят авторы находок и научные сотрудники Палеонтологического института им. А. А. Борисяка РАН.

Где **ЦВК «Экспоцентр»**.

Когда 6–8 октября, 10:00–18:00.

Science Art

«Макро: фото и жизнь»

Что Интерактивная выставка фотографий, на которых запечатлены насекомые, пауки и другие мелкие животные в естественной среде обитания. Работы имеют не только биологическую, но и художествен-

ную ценность. Бонус — возможность пообщаться с живыми тропическими насекомыми, послушать пение сверчков, узнать, как они производят звук, чем слышат.

Кто Ведущие мастера расскажут о современной фототехнике и приёмах макрокосмосъёмки.

Где **Шуваловский корпус МГУ**.

Когда 6–8 октября, 10:00–18:00.

Египтология

Скарабеи, иероглифы, игры

Что Выставка Центра египтологических исследований РАН. Посетители узнают, во что играли древние египтяне, и примут участие в квесте-путешествии по долине Нила. Можно будет изготовить амулет с изображением жука скарабея и забрать его с собой. Желающие познакомятся с древнеегипетскими иероглифами и научатся читать и переводить небольшие тексты.

Где **ЦВК «Экспоцентр»**.

Когда 6–8 октября, 10:00–18:00.

Экономика

«Криптовалюта: будущее без инфляции»

Что Лекция посвящена проблемам, связанным с применением технологии блокчейн и распределённых реестров в целях оборота криптовалют, создания национальных криптовалют, противодействия отмыванию денег и финансированию терроризма.

Где **Финансовый университет при Правительстве РФ**, Ленинградский просп., д. 49.

Кто **Григорий Крылов**, доктор физико-математических наук.

Когда 7 октября, 14:00–15:30.



Физика

«Микромир и макромир»

Что Выставка. Сотрудники НИИ ядерной физики МГУ совместно с преподавателями и студентами физического факультета МГУ расскажут о новейших концепциях строения материи и Вселенной, об участии российских учёных в важнейших международных экспериментах в области физики высоких энергий на Большом адронном коллайдере и в крупнейших нейтринных экспериментах. Часть экспозиции посвящена лаборатории электронных ускорителей НИИЯФ МГУ.
Где Шуваловский корпус МГУ.
Когда 6–8 октября, 10:00–18:00.

«Как простой опыт принёс десятки Нобелевских премий?»

Что Лекция. В 1913 году немецкий физик Макс фон Лауэ сумел заглянуть внутрь твёрдого вещества. В XX и XXI веке методом Лауэ расшифровали тысячи молекулярных структур, от пенициллина и ДНК до марсианского грунта. Эти знания позволили учёным создать новые материалы, лекарства и технологии. Едва ли не каждый год фи-

зики, химики и биологи получают Нобелевские премии за открытия, сделанные благодаря Макс фон Лауэ.

Кто Ксения Козловская, кандидат физико-математических наук.
Где Физический факультет МГУ, Ленинские горы, д.1, стр. 2.
Когда 7 октября, 17:00–18:00.

«Электрификация ритма»

Что Лекция об истории первой в мире ритм-машины, построенной в 1930 году изобретателем Львом Терменом по заказу американского композитора Генри Кауэлла. Один ритмикон, находившийся в Стэнфордском университете, пришёл в негодность ещё в конце 1930-х. Вторым инструментом владел дирижёр Николай Слонимский. В середине 1960-х, работая в Московской консерватории, Термен построил третий ритмикон. Инструмент сохранился и будет продемонстрирован на лекции.

Кто Андрей Смирнов, композитор, инженер, исследователь.
Где Московская государственная консерватория им. П.И. Чайковского, цокольный этаж Большого зала. Ул. Б. Никитская, д.13/6, стр. 1.
Когда 8 октября, 14:00–15:30.



Гидрология

«Вода в истории Земли и человека»

Что Лекция. Вода — универсальный растворитель, колыбель жизни, разрушитель и создатель, великий летописец, самое полезное ископаемое и необычное вещество. Вы узнаете, какие бывают подземные моря и реки, как месторождения нефти и газа связаны с подземными водами, почему минералка такая вкусная, а гейзеры — горячие.
Кто Всеволод Самарцев, геолог, инженер.

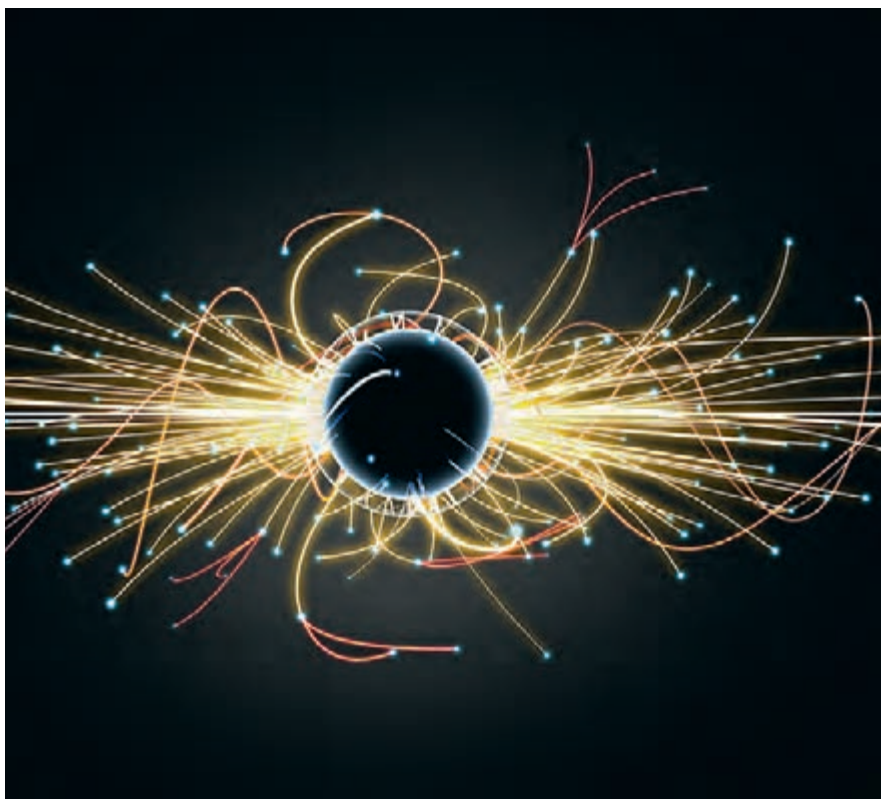
Где Главное здание МГУ, геологический факультет, 7-й этаж, ауд. 705.
Когда 8 октября, 11:00–16:00.

Футурология

«Как попасть в светлое будущее?»

Что Цикл лекций от официального партнёра Фестиваля — Благотворительного фонда «Система». Темы: «Как стать специалистом в сфере big data?», «Стартапы: как разобраться с идеями, понравиться инвесторам и заработать миллиард?», «Профессии, связанные с блокчейном», «Виртуальная и дополненная реальность в повседневной жизни», «Профессия своими руками». О советских мегапроектах мехмата МГУ — атомной бомбе, первом спутнике Земли, ядерном реакторе — расскажет Владислав Кожухов, выпускник школы «Лифт в будущее», владелец высокотехнологичного бизнеса.

Кто Представители компаний MeI Science, FinalPrice, Segmento, YouDo, Ozon, «Медси».
Где Шуваловский корпус МГУ.
Когда 8 октября, 11:00–17:00.





Экология

«Биомы в опасности»

Что Лекция. Лесное биоразнообразие и устойчивость находятся под угрозой. Чтобы понять, как им помочь, необходимы долгосрочные исследования и новейшие технологии.

Кто **Уолтер Карсон**, профессор Университета Питтсбурга, специалист в области экологии леса, путешественник.

Где **Шуваловский корпус МГУ**, ауд. В4.

Когда 7 октября, 16:00–17:00.

«Как справиться с пластмассовой эпидемией?»

Что Лекция. Тоби Маккартни — основатель и генеральный директор компании MacRebur Limited. Его инновационный, изменяющий мир бизнес использует пластиковые отходы для создания дорог, которые прочны, долговечны, экономически эффективны и экологически чисты. Миссия Тоби — справиться с мировой эпидемией пластика и найти новые, революционные способы использования старого мусора. Каждый год в океаны попадает от 5 до 13 миллионов тонн пластика, что создаёт серьёзную угрозу для

морской среды, экосистем и морской жизни. Тоби в шуточной форме помогает нам ответить на вопрос: «Что мы можем сделать, чтобы остановить поток загрязнения пластиком?»

Кто **Тоби Маккартни** — основатель и генеральный директор компании MacRebur Limited.

Где **Шуваловский корпус МГУ**, ауд. В4.

Когда 8 октября, 13:30–14:30.

Научно-популярная экологическая зона

Что Мероприятия генерального партнёра Фестиваля науки — компании En+ Group. В «Экспоцентре» пройдут мастер-классы по робототехнике, эковикторина, фотовыставка «Редкий экземпляр» и «Теслашоу».

Где В **Шуваловском корпусе МГУ** на стенде новых материалов вы сможете узнать о разработке перовскита для солнечных панелей, которые ведут совместными усилиями МГУ, «Евросибэнерго», энергетическая компания En+, а в **ШАТРЕ МЕЖДУ БИБЛИОТЕКОЙ И ШУВАЛОВСКИМ КОРПУСОМ** можно будет поучаствовать в запуске сверхлёгкого беспилотного летающего аппарата для диагностики состояния линий электропередачи.

Когда 6–8 октября.

Востоковедение

«От Улан-Батора до Манилы»

Что Лекция-интерактив. Вы готовы совершить путешествие в десятки тысяч километров, увидеть захватывающие пейзажи, услышать экзотическую речь, примерить традиционную одежду, узнать нечто удивительное? Почувствуйте себя начинающими востоковедами!

Просим зарегистрироваться (указать Ф. И. О. и название мероприятия), отправив заявку на адрес: festival@iaas.msu.ru.

Кто **Евгения Кукушкина**, заведующая кафедрой филологии стран Юго-Восточной Азии, Монголии и Кореи Института стран Азии и Африки МГУ.

Где Ул. Моховая, д. 11, стр. 1, ауд. 149.

Когда 7 октября, 13:00–14:00.

Геология

«Микромир драгоценных камней»

Что Лекция. Микроскопические особенности драгоценных камней изучает наука геммология. Разнообразные включения и другие неоднородности, которые видны в микроскоп, могут многое рассказать о камнях. В частности, они помогают определить название камня, его происхождение (природное или искусственное), в ряде случаев — месторождение.

После лекции участники смогут рассмотреть под микроскопом образцы минералов с различными включениями.

Кто **Анастасия Семина**, аспирант кафедры минералогии геологического факультета МГУ.

Где **Главное здание МГУ**, геологический факультет, 4-й этаж, ауд. 424а.

Когда 8 октября, 11:00–16:00.

Путешествие в мир камней

Что Выставка. Подержать вулканическую бомбу и «золото дураков», рассмотреть в микроскоп минерал, из которого можно сшить фартук для кузнеца, познакомиться с другими полезными и красивыми минералами и горными породами — всё это можно сделать на стенде Геологического музея им. В. И. Вернадского.

Где **ЦВК «Экспоцентр»**.

Когда 6–8 октября, 10:00–18:00.





Большие данные в изучении истории

«Множество и индивидуация: к социальной истории Среднего царства в Китае»

Что Тема лекции — природа человеческой социальности и культурная практика в странах Дальнего Востока.

Кто **Владимир Малявин**, всемирно известный китаист, доктор исторических наук, профессор Тамканского университета (Тайвань).

Где **Шуваловский корпус МГУ**, ауд. Д1.

Когда 7 октября, 11:00–12:00.

«Открытый мир русского Средневековья»

Что Археологам, изучающим средневековый Новгород, тоже приходится обрабатывать значительные массивы данных.

Кто **Виктор Сингх**, кандидат исторических наук, научный сотрудник кафе-

дры археологии исторического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Где **Шуваловский корпус МГУ**, ауд. Д1.

Когда 7 октября, 12:15–13:15.

«Иероглифы древних майя»

Что Лекция посвящена применению современных информационных технологий в изучении цивилизации индейцев майя.

Кто **Александр Сафронов**, кандидат исторических наук, доцент кафедры истории древнего мира МГУ им. М.В. Ломоносова.

Где **Шуваловский корпус МГУ**, ауд. Д1.

Когда 7 октября, 13:30–14:30.

«Множественные миры Леонардо да Винчи»

Что Лекция о том, почему Леонардо да Винчи оставил после себя так много незавершённых рисунков и чертежей.

Кто **Иван Тучков**, доктор искусствоведения, заведующий кафедрой всеобщей истории искусств исторического факультета и декан исторического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Где **Шуваловский корпус МГУ**, ауд. Д1.

Когда 7 октября, 14:45–15:45.

«Big Data для историков»

Что Тема лекции — проблема анализа больших данных в исторических исследованиях.

Кто **Леонид Бородин**, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой исторической информатики исторического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Где **Шуваловский корпус МГУ**, ауд. Д1.

Когда 7 октября, 16:00–17:00.

Расписание может измениться. Уточняйте на festivalnauki.ru и информационных стендах.



Стемфорд — навигатор по наноиндустрии и миру высоких технологий






Как развивается российская наноиндустрия? Какие специалисты будут востребованы в самое ближайшее время? Какое технологическое будущее нас ждёт и кто его создаёт прямо сегодня? Заглянуть в мир нанотехнологий приглашает школьников и педагогов проект «Стемфорд» — образовательная онлайн-платформа, направленная на популяризацию естественно-научного образования и основ нанотехнологий, а также раннюю профориентацию.

Проект реализуется с 2016 года автономной некоммерческой организацией «Электронное образование для наноиндустрии» при поддержке Фонда инфраструктурных и образовательных программ.



Цель проекта — способствовать развитию STEM-образования (Science, Technology, Engineering, Mathematics) и популяризации основных нанотехнологических кластеров (наноматериалы, оптика и электроника, модификация поверхностей, медицина и фармацевтика, энергоэффективность) среди детей и подростков (7–11-й класс) через:

-  обучение в цифровой среде,
-  общение с ведущими учёными,



-  изучение реальных технологических решений и кейсов от инновационных компаний,
-  использование игровых компьютерных практик,
-  выполнение индивидуальных и командных исследований и проектов.

Все электронные ресурсы проекта размещены на платформе stemford.org, которая позволяет не только проходить обучение в любое удобное время совершенно бесплатно, но и сопровождать учебную деятельность школьников, а также поддерживать коммуникацию участников проекта (учащихся, педагогов, образовательных организаций) через соответствующие сервисы.

В рамках проекта уже создано более 50 электронных образовательных ресурсов, среди которых:

-  электронные образовательные курсы: интерактивные сюжетные мини-путешествия в различные области основных нанотехнологических кластеров, актуализирующие и расширяющие знания школьников по физике, химии, биологии, информатике;
-  сетевые дистанционные проекты: командные исследования и про-

ектные практики в области изучения и применения нанотехнологий;

-  вебинары серии «Ключ в наномире»: онлайн-лекции от ведущих учёных и представителей высокотехнологических компаний;
-  серия коротких видео «Просто о нано»: визуализация сложных явлений и процессов, происходящих на наноуровне.

В ближайшее время линейка ресурсов «Стемфорд» расширится: выйдут новые уровни компьютерной игры Allotrop (сейчас доступен уровень «Оптика»); запустится онлайн-наблюдение за научным экспериментом в реальном времени; откроется конкурсная площадка — краудсорсинговый проект, в рамках которого пользователи смогут опубликовать свои идеи и проекты по заявленным темам и получить пользовательскую и экспертную оценку.

«Стемфорд» уже объединяет более 120 образовательных организаций в 38 субъектах Российской Федерации, в проекте участвуют более 70 экспертов и 15 партнёрских организаций. Присоединитесь и вы: чтобы стать участником проекта, достаточно пройти регистрацию на сайте www.stemford.org. Следите за новостями «Стемфорда» в группе во «ВКонтакте»: [stemford_online](https://vk.com/stemford_online), ищите нас по [#наукаэтокруго](https://twitter.com/наукаэтокруго).



РОСНАНО

ФОНД ИНФРАСТРУКТУРНЫХ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ



МИНИСТЕРСТВО
ОБРАЗОВАНИЯ
И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ



ДЕПАРТАМЕНТ НАУКИ,
ПРОМЫШЛЕННОЙ
ПОЛИТИКИ И
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА
ГОРОДА МОСКВЫ



МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА

ВСЕРОССИЙСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ

НАУКА +

80 РЕГИОНОВ РФ

FESTIVALNAUKI.RU

МОСКВА

6.10 – 8.10

САЛЕХАРД

30.09 – 1.10

САМАРА

6.10 – 8.10

ВЛАДИВОСТОК

27.10 – 29.10

КРАСНОЯРСК

1.12 – 3.12

ВХОД СВОБОДНЫЙ

ПРОГРАММА ФЕСТИВАЛЯ

ВСЕРОССИЙСКИЙ
ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ

НАУКА 

МОСКВА
6-8 ОКТЯБРЯ
FESTIVALNAUKI.RU

МГУ
ЭКСПОЦЕНТР
ВЕДУЩИЕ ВУЗЫ
НАУЧНЫЕ ЦЕНТРЫ
МУЗЕИ

90 ПЛОЩАДОК
ПО МОСКВЕ

ВХОД СВОБОДНЫЙ

НАУКА 

БОЛЕЕ 100 ЛЕКЦИЙ,
МАСТЕР-КЛАССОВ И СЕМИНАРОВ
ВЕДУЩИХ РОССИЙСКИХ
И ЗАРУБЕЖНЫХ УЧЁНЫХ

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ВЫСТАВКИ
КИНОПОКАЗЫ

АДРЕСА ЦЕНТРАЛЬНЫХ
ПЛОЩАДОК

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА МГУ
г. Москва, Ломоносовский просп., д. 27
м. Университет

ШУВАЛОВСКИЙ КОРПУС МГУ
г. Москва, Ломоносовский просп., д. 27 к. 4
м. Университет

ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»
г. Москва, Краснопресненская наб., д. 14,
павильон 2, зал 4, 5 и 6
м. Выставочная

ИЗБРАННОЕ

7 ОКТЯБРЯ

11:00 – 12:00 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА МГУ
«Какая дорога ведет в космос?». Лекция
Соловьева Владимира Алексеевича, члена-
корреспондента РАН, доктора технических
наук, летчика-космонавта, дважды Героя СССР,
научного руководителя факультета космических
исследований МГУ

12:15 – 13:15 АКТОВЫЙ ЗАЛ ГЛАВНОГО ЗДАНИЯ МГУ
Лекция **Стива Возняка в Москве**. Легендарный
сооснователь компании Apple выступит в рамках
Всероссийского фестиваля науки NAUKA O+ в МГУ
ПРИ ПОДДЕРЖКЕ POSTGRES PROFESSIONAL

12:15 – 13:15 ШУВАЛОВСКИЙ КОРПУС МГУ
«В поисках следов происхождения жизни». Лекция
профессора Мартина ван Крапендонка,
директора Австралийского астробиологического
центра, декана факультета наук о жизни, земле
и окружающей среде университета Нового
Южного Уэльса (Сидней, Австралия)

13:30 – 14:30 ШУВАЛОВСКИЙ КОРПУС МГУ
«Большие данные и качество жизни». Лекция
Зуо Чуна, профессора Института программного
обеспечения Академии наук КНР, Президента
компании Sinosoft Co., Ltd

13:30 – 14:30 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА МГУ
«Глаз и Солнце». Лекция академика
Островского Михаила Аркадьевича, президента
Физиологического общества им. И.П. Павлова,
зав. кафедрой биологического факультета МГУ,
зав. отделом фотохимии и фотобиологии Института
биохимической физики РАН им. Н.М.Эмануэля

16:00 – 17:00 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА МГУ
«Невидимые институты: как культура влияет
на экономику, а экономика – на культуру». Лекция
Аузана Александра Александровича,
доктора экономических наук, декана
экономического факультета МГУ

14:00 – 15:00 ШУВАЛОВСКИЙ КОРПУС МГУ
ТЕЛЕМОСТ МГУ – МКС. Космонавт Сергей
Рязанский ответит в прямом эфире
с МКС на вопросы гостей Фестиваля

8 ОКТЯБРЯ

#ЗолотойЛекторий

11:00 – 12:00 ШУВАЛОВСКИЙ КОРПУС МГУ
«Синхротроны: освещая прошлое.
Как технологии XXI века помогают заново
открывать наше культурное наследие». Лекция
профессора Эндрю Харрисона, Генерального
директора Diamond Light Source – крупнейшего
синхротрона Великобритании

11:00 – 12:00 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА МГУ
«Вселенная как лаборатория физики частиц». Лекция
Троицкого Сергея Вадимовича, член-
корреспондента РАН, доктора физ.-мат. наук

12:15 – 13:15 ШУВАЛОВСКИЙ КОРПУС МГУ
«Биология в XXI веке и ее влияние на нашу
жизнь». Лекция Нильса Кристиана Стенсета,
профессора Университета Осло, директора
Центра экологического и эволюционного синтеза
Норвежской академии наук

12:15 – 13:15 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА МГУ
«Древняя ДНК» в исследованиях прошлого». Лекция
Рогова Евгения Ивановича, доктора
биологических наук, профессора Медицинской
школы Университета Массачусетса,
биологического факультета и факультета
биоинженерии и биоинформатики МГУ

15:00 – 16:30 ШУВАЛОВСКИЙ КОРПУС МГУ
«Квази-периодические кристаллы – смена
парадигмы в кристаллографии». Лекция Дана
Шехтмана, израильского физика и химика,
лауреата Нобелевской премии по химии за 2011
год «за открытие квазикристаллов». Член
Израильской академии наук, Национальной
технической академии США, Европейской
академии наук и Российской Академии Наук.

12:00 – 13:00 ШУВАЛОВСКИЙ КОРПУС МГУ
ТЕЛЕМОСТ МГУ – ЦЕРН

13:30 – 14:30 ШУВАЛОВСКИЙ КОРПУС МГУ
ТЕЛЕМОСТ МГУ – АНТАРКТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

В РАСПИСАНИИ ВОЗМОЖНЫ ИЗМЕНЕНИЯ,
УТОЧНЯЙТЕ ВРЕМЯ НА САЙТЕ FESTIVALNAUKI.RU



7-8 ОКТЯБРЯ



ЛЕКТОРИЙ
«КОСМОС»

ПРИ
ПОДДЕРЖКЕ



ЛЕКТОРИЙ
«ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ»

ПРИ
ПОДДЕРЖКЕ

НАУКА O+



ЛЕКТОРИЙ
«ЗАРУБЕЖНЫЕ УЧЕНЫЕ»



6-8 ОКТЯБРЯ

10:00 – 18:00
ИНТЕРАКТИВНЫЕ ВЫСТАВКИ
ШУВАЛОВСКИЙ КОРПУС МГУ,
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА МГУ,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



ЛЕКТОРИЙ «ВООРУЖЕНИЕ
БУДУЩЕГО»

ПРИ
ПОДДЕРЖКЕ



ЛЕКТОРИЙ «БУДУЩЕЕ
АВИАЦИИ»

ПРИ
ПОДДЕРЖКЕ

OAK



ЛЕКТОРИЙ «ПРОФЕССИИ
БУДУЩЕГО»

ПРИ
ПОДДЕРЖКЕ



10:00 – 18:00
КИНОПОКАЗЫ
ПОД КУПОЛОМ
360°



ЛЕКТОРИЙ «БОЛЬШИЕ
ДААННЫЕ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ»

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ ГБОУ
«ШКОЛА № 1533 «ЛИТ»



ЛЕКТОРИЙ «МОЛОДЫЕ
УЧЕНЫЕ»

ПРИ
ПОДДЕРЖКЕ



ЛЕКТОРИЙ «ДОСТИЖЕНИЯ
В МЕДИЦИНЕ»

ПРИ
ПОДДЕРЖКЕ



Мировая премьера российского VR-фильма «Сунгирь» про
крупнейшую в Европе палеолитическую стоянку древнего человека
на территории Владимирской области

