



Научно-популярный
журнал kot.sh



Издаётся при поддержке
Минобрнауки России



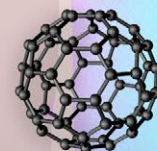
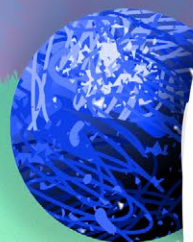
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
М.В.ЛОМОНОСОВА

НАУКА +
ВСЕРОССИЙСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ

КОТ ШРЁДИНГЕРА

#1(46)

21
Год
науки
и технологий



Кот науки и технологий в России

Игумен Пантелеимон
и космические мюоны

Конец света близко!
Но это не точно

Почему макароны
не ломаются пополам?



Зелёный, трансгенный, светится и мяукает



ПОСТУПАЙ
ПРАВИЛЬНО



ЦЕНТРАЛЬНАЯ ПРИЕМНАЯ КОМИССИЯ МГУ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА: openday.msu.ru



X

Журнал «Кот Шрёдингера»
№ 1 (46) осень 2021 г.

Учредитель и издатель
ООО «Дирекция Фестиваля
науки» Адрес: 119992,
г. Москва, ул. Ленинские
горы, д. 1, стр. 77
Тел.: (495) 939-55-57
E-mail: zakaz@kot.sh
Сайт: www.kot.sh
VK: vk.com/kot_sch

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

Издаётся при поддержке
Минобрнауки России
Партнёр проекта
АНО «Национальные
приоритеты»

Главный редактор: Виталий Лейбин
Шеф-редактор: Григорий Тарасевич
Заместители главного редактора:
Андрей Константинов, Никита
Лавренов
Выпускающий редактор:
Мария Кисовская
Корректор: Ольга Готлиб
Директор фотослужбы: Валерий
Дзялошинский
Арт-директор: Маша Норкина
Дизайнеры: Сергей Кузерин,
Ксения Малкова
Технический редактор:
Ирина Круглова
Препресс: Владимир Котов,
Константин Кудрявцев
Макет: Данила Шорох
Дизайн котов: Евгений Ильин
Директор по развитию «КШ»:
Варвара Фудяева
Координатор образовательных
программ: Ирина Моисеева
Интернет-редактор:
Александр Колодочка

А вообще над номером работало
много хороших людей, за что
мы им очень благодарны.
При создании этого номера
ни один кот не пострадал.

Отпечатано в ООО «Первый
полиграфический комбинат»
143405, Московская область,
г. Красногорск, п/о
«Красногорск-5», Ильинское
шоссе, 4-й км.
Тираж: 10 000 экз.
Цена свободная

Перепечатка материалов
невозможна без письменного
разрешения редакции.
При цитировании ссылка
на журнал «Кот Шрёдингера»
обязательна.

Подписано в печать
2 октября 2021 г.
Редакция не несёт ответственности
за законы природы и константы
Вселенной. Мнение авторов
не всегда совпадает с позицией
редакции, на то оно и мнение.

© ООО «Дирекция Фестиваля
науки», 2021

Обложка: Vadim Sadovski,
Ardea-studio / Shutter-
stock

● Мяу, дорогие читатели!

Мы с вами так давно не виделись, что придётся знакомиться заново. Я кот, придуманный физиком Эрвином Шрёдингером в пылу дискуссии о сущности квантовой механики. За это ему дали Нобелевскую премию. Может, и не совсем за это, а за что-то другое — точно уж и не помню, всё-таки много лет прошло.

Появился я в сознании моего друга Эрвина в 1935 году. Чем знаменателен этот год — тоже не помню. Да не так уж и важно, что было на прошлых отрезках временного континуума. Куда интереснее то, что происходит сейчас. 2021 год был объявлен в России Годом науки и технологий. Это событие показалось мне столь значительным, что я попросил редакторов журнала, носящего моё имя, отказаться от привычной системы рубрик и обустроить этот номер в соответствии с ключевыми темами Года науки. Кажется, получилось неплохо. Хотя раскрыть такие глобальные темы — дело далеко не простое, всё-таки журнал имеет ограниченный объём. Но я надеюсь, что это лишь затравка для разговора, который мы обязательно продолжим.

До скорых встреч в актуальном пространстве-времени! Мур!



Содержание



6 ▶ Число номера

8 000 000 000 человек

8 ▶ Животное номера

Кот (или кошка)

10 ▶ Вопрос номера

Почему листья желтеют?



12 ▶ Зелёный, трансенный, светится, мяукает



18 ▶ Новая медицина

Как победить старение?

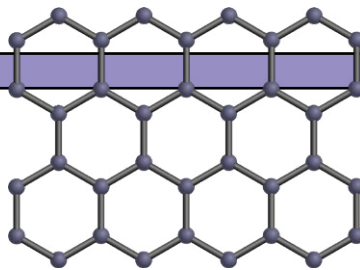
26 ▶ Освоение космоса

Колонка космонавта
Сергея Рязанского

Путеводитель по модулю
МКС «Наука»

34 ▶ Обеспечение безопасности: новые вызовы и угрозы

Апокалиптические сценарии, которые не сбылись



40 ▶ Новые производственные технологии и материалы

Магнетизм XXI века

Физика макарон

Красивое: заглянуть внутрь материала

54 ▶ Связанность территорий и освоение пространства

Всегда полночь, киты и котятки. Друг «КШ» возвратился с Камчатки

62 ▶ Климат и экология

Самые-самые реки России

70 ▶ Генетика и качество жизни

Как ДНК поможет сыщикам, врачам, историкам и другим хорошим людям

Сколько лет эволюции отделяют вождя пролетариата от шампиньона двухспорового

82 ▶ Энергетика будущего

Откуда ещё взять энергию?

88 ▶ Искусственный интеллект

Пять самых знаменитых искусственных интеллектуалов

96 ▶ Человек, природа, общество и технологии

Рассказы бабушки Капы подтверждаются мюонным детектором

104 ▶ Книга номера

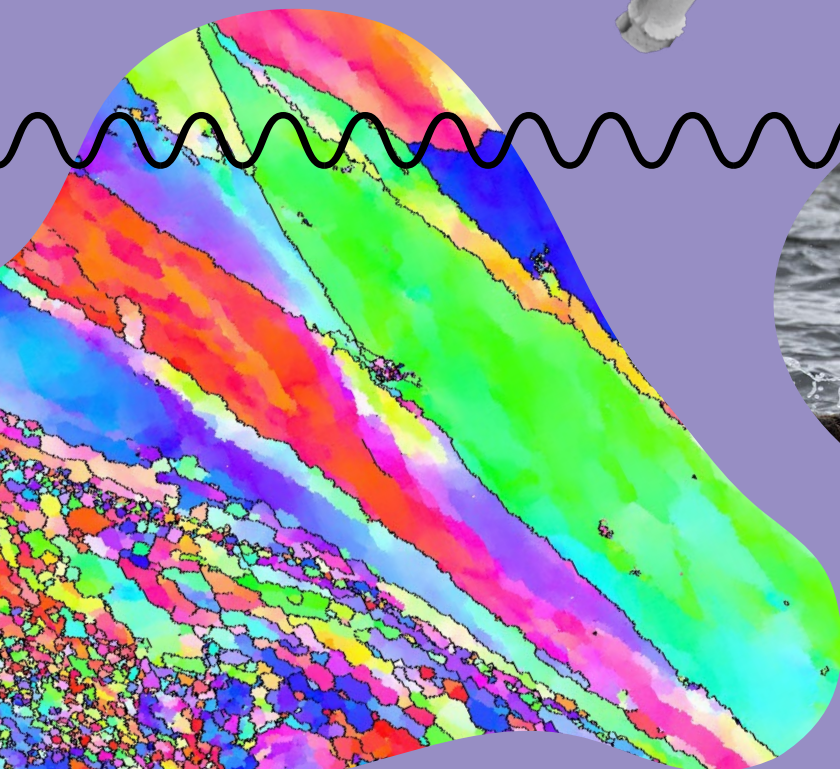
«Сегодня люди на планете Земля живут дольше, они здоровее, свободнее и счастливее, чем когда бы то ни было». Из книги Стивена Пинкера «Просвещение продолжается»



110 ▶ Наш Шнобель

Ig Nobel Prize: «Внимание! Здесь работает лауреат Шнобелевской премии. Не входите без мяу-мяу!»





Вопросы по номеру

Ответы ищите на страницах журнала

Какие частицы использует игумен Пантелеимон, чтобы найти потайные ходы под монастырём?

- А. Фотоны.
- Б. Электроны.
- В. Нейтроны.
- Г. Мюоны.
- Д. Частицы святой воды, разогнанные до релятивистских скоростей.

Почему осенью листья меняют цвет?

- А. Во всём виноваты каротиноиды и флавоноиды.
- Б. В осеннее время так лучше идёт фотосинтез.
- В. Смена окраски отпугивает вредных насекомых.
- Г. Это результат эволюции.
- Д. Не исключено, что все ответы в какой-то степени верны.

Что значит *Felis silvestris lybica*?

- А. Римское приветствие. Переводится примерно так: «Знание даёт свободу».
- Б. Название бактерии, которая производит топливо из отходов.
- В. Вид степной кошки — прямой предок кошки домашней.
- Г. Вид грызунов, на примере которых учёные исследуют механизмы старения.
- Д. Магическое заклинание, вызывающее дух Чарльза Дарвина, Джеймса Уотсона и других классиков биологии.

Как называется комплекс белковых факторов, который способствует омоложению клеток?

- А. Коктейль Фудзиямы.
- Б. Коктейль Фукусимы.
- В. Коктейль Яманаки.
- Г. Коктейль Миядзаки.
- Д. Коктейль Молотова.

В своей колонке космонавт Сергей Рязанский вспоминает фразу, которую произнёс когда-то его старший коллега: «Знаешь, ты взлетаешь на корабле, гордо неся на скафандре серпастомолотастый флаг. Вот я, Советский Союз, ура!

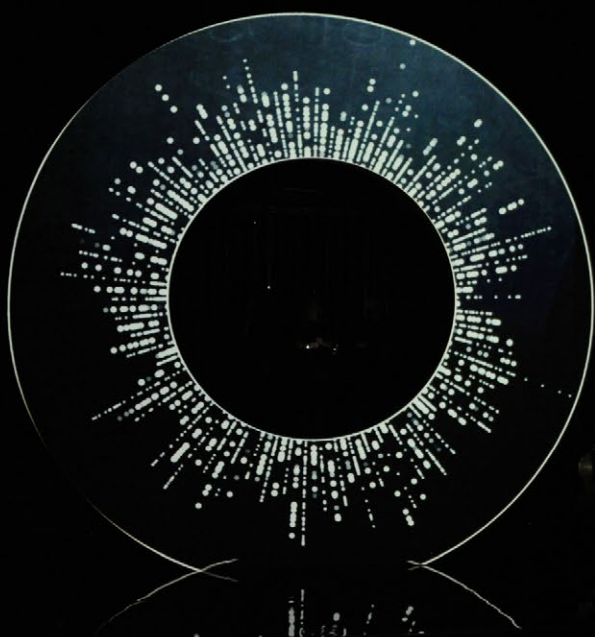
А возвращаешься обратно...» Кем, по мнению старшего коллеги, человек возвращается из полёта?

- А. Героем.
- Б. Гражданином Российской Федерации.
- В. Человеком мира.
- Г. Сотрудником NASA.
- Д. Инопланетянином.

Всероссийский фестиваль НАУКА 0+

Самое крупное научно-популярное
мероприятие в стране

6000 бесплатных лекций, выставок
и мастер-классов



В этом году фестиваль соберёт учёных со всех шести континентов: Северной и Южной Америки, Африки, Австралии, Антарктиды, Евразии — лучших исследователей из России, ведущих зарубежных профессоров и даже лауреатов Нобелевской премии

Впервые Фестиваль науки прошёл в 2006 году по инициативе ректора Московского университета академика Виктора Садовниченко. Тогда у фестиваля была единственная площадка — МГУ. Сегодня он охватывает свыше 80 регионов страны, более 750 организаций.

Фестиваль науки организуют Министерство науки и высшего образования России, Правительство Москвы, МГУ им. М.В. Ломоносова при поддержке Российской академии наук. Центральные региональные площадки — Иркутск, Красноярск, Новосибирск, Самара и Сочи. Центральная площадка — Москва, здесь фестиваль будет проходить с 8 по 10 октября.



Год науки и технологий

Фестиваль НАУКА 0+ — одно из основных мероприятий Года науки и технологий. Ключевыми задачами фестиваля являются раскрытие и популяризация тематических месяцев Года науки и технологий.

Главные площадки Фестиваля науки в Москве:

- ▶ МГУ им. М.В. Ломоносова
- ▶ ЦВК «Экспоцентр» на Красной Пресне
- ▶ Парк «Зарядье»
- ▶ Президиум РАН («Золотые мозги»)
- ▶ НИТУ «МИСиС»
- ▶ РХТУ им. Д.И. Менделеева
- ▶ Московский авиационный институт
- ▶ Мемориальный музей космонавтики
- ▶ НИЦ «Курчатовский институт»
- ▶ Яндекс
- ▶ НИУ ВШЭ

Площадки фестиваля работают более чем в 90 вузах, музеях и научных центрах.

Лоуренс Краусс — хедлайнер фестиваля

Почётный гость Фестиваля NAUKA 0+ — Лоуренс Краусс, профессор Университета Аризоны, автор научно-популярных книг, среди которых на русский переведены «Почему мы существуем. Величайшая из когда-либо рассказанных историй» и «Всё из ничего: как возникла Вселенная». В своей лекции Краусс расскажет об основах жизни на Земле и в космосе.

Нобелевская неделя

Фестиваль NAUKA 0+ в Москве открывает актовая лекция ректора МГУ академика Виктора Садовниченко, посвящённая вкладу российских учёных в Нобелевскую премию этого года. Кстати, на фестивале выступят нобелевские лауреаты:

- ▶ Жан-Мари Лен, лауреат Нобелевской премии по химии, создатель «супрамолекулярной химии».
- ▶ Рае Квон Чунг, лауреат Нобелевской премии мира, эксперт межправительственной группы по изменению климата IPCC.
- ▶ Такааки Кадзита, лауреат Нобелевской премии по физике 2015 года, экспериментально подтвердивший осцилляции нейтрино.

Прямая связь с космосом

Одна из самых захватывающих активностей фестиваля — телемост с Международной космической станцией — впервые пройдёт на платформе TikTok, где любой желающий в прямом эфире может задать вопросы о жизни на орбите и научных экспериментах в открытом космосе. На связь с Землёй выйдут космонавты российского сегмента МКС Олег Новицкий и Пётр Дубров.

Ещё запланированы телемосты с Антарктидой, ЦЕРНОм и другими интересными местами.

«Золотой лекторий»

Ведущие российские учёные прочитают лекции в Фундаментальной библиотеке и Шуваловском корпусе МГУ.

- ▶ Об энергетике будущего
- ▶ О физиологии и нейрохимии сна
- ▶ Об интеллекте человека и машины
- ▶ Об экологии
- ▶ О «новой медицине»
- ▶ О тайнах Вселенной
- ▶ Об изменениях климата
- ▶ О новых материалах

На какие выставки сходить

Крупнейшая научно-популярная выставка в Экспоцентре полностью отражает тематику месяцев Года науки и технологий в России.

О «чистых технологиях» можно узнать на экспозиции и в лектории генерального партнёра Фестиваля науки — компании En+ Group.

На площадке РАН в дни Фестиваля науки проходит выставка Политехнического музея, посвящённая столетию со дня рождения академика А.Д. Сахарова, а также лекторий научно-популярного журнала Фестиваля науки «Кот Шрёдингера». А ещё:

- ▶ Интерактивная экспозиция, посвящённая Году науки и технологий в фойе Фундаментальной библиотеки МГУ
- ▶ Зона погружения в науку в Экспоцентре
- ▶ Экспозиции факультетов МГУ в фойе Шуваловского корпуса
- ▶ Тематические экспозиции на площадках вузов и музеев

Для учителей и школьников

В Экспоцентре работает «STEM-Академия» Российской академии образования: школьники могут поучаствовать здесь в мастер-классах, квестах и дискуссиях, педагоги — повысить квалификацию, послушать выступления экспертов в сфере образования.

Научно-популярный журнал «Кот Шрёдингера» проводит в здании Президиума РАН программу для педагогов и учителей.

Как это делается

Познакомиться с российскими технологиями можно на предприятиях генерального партнёра Всероссийского фестиваля науки холдинга «Швабе» государственной корпорации «Ростех» — Лыткаринском заводе оптического стекла и Красногорском заводе им. С.А. Зверева, а также на специальной технолектории «Ростех» в Шуваловском корпусе МГУ.

Гипермузей науки

Для тех, кто предпочитает виртуальное погружение в науку, доступен обновлённый Гипермузей науки museum.festivalnauki.ru. Здесь можно в деталях рассмотреть и чёрную дыру, и коронавирус, и прототип самолёта МС-21, детали которого созданы из инновационных композитных материалов российского производства.

Также в программе:

- ▶ Соревнования роботов
- ▶ Научные бои Science Slam
- ▶ Квизы и квесты
- ▶ Детский Фестиваль науки в Экспоцентре
- ▶ Фестиваль актуального научного кино ФАНК в РАН
- ▶ Научные дни без турникетов (экскурсии на промышленные предприятия, в фаблабы, технопарки)
- ▶ Беседы с роботами
- ▶ VR-зона
- ▶ Выставка научно-популярных книг

И ещё много-много интересного. Приходите!

Число номера



ЧЕЛОВЕК

Население планеты
приблизилось к восьми
миллиардам

110 000 000 000

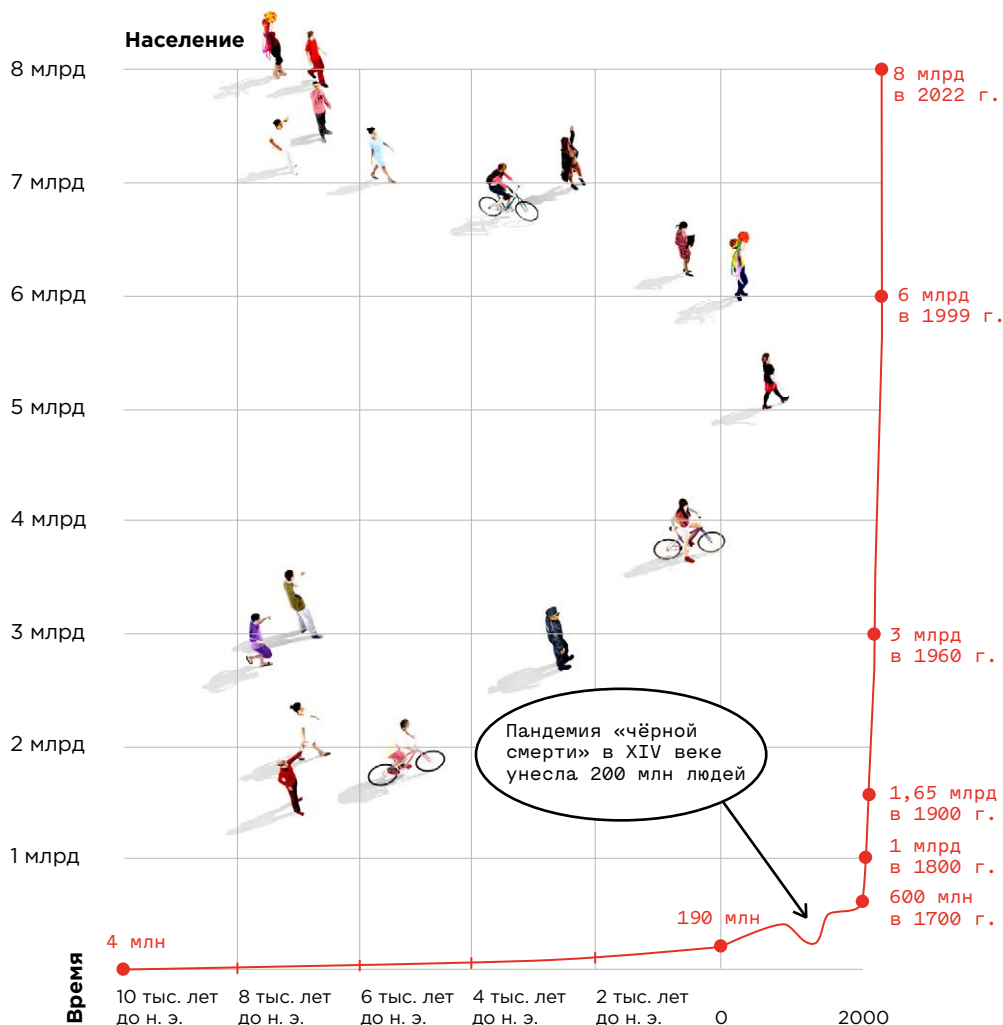
За всю историю на планете Земля успело побывать около 110 миллиардов человек. 6,5% из них живут на ней сейчас.

Нас, котов и кошек, намного меньше, — всего 600 000 000. А Кот Шрёдингера и вовсе находится под угрозой исчезновения! Подробнее на следующем развороте.



Ура, нас восемь миллиардов! Правда, это не точно. «День 7 миллиардов» человечество праздновало 31 октября 2011 года — ООН тогда объявила семимиллиардным человеком девочку с Филиппин, пока администрации Калининграда и Петропавловска-Камчатского спорили, в каком из этих городов родился семимиллиардный мальчик. Впрочем, демографы говорят, что невозможно точно назвать не только день, но даже месяц подобного события — слишком велики погрешности при подсчёте. Скорее всего, порог в 8 миллиардов мы перейдём во второй половине 2022 года, хотя не исключено, что уже перешли. Не сможет демография рассказать и о том, много это или мало. С одной стороны, очень много — ещё во времена Пушкина на планете жил всего миллиард. Огромный рост населения, демографический взрыв, произошёл совсем недавно. Энергия этого взрыва до сих пор ощущается в росте населения: каждый час на свет появляется 18 тысяч новых людей, а умирает только 7 тысяч. За год население планеты выросло на 100 миллионов. Непривычно говорить «мы» по отношению к такой массе людей. Мы вообще не особо привыкли чувствовать себя «нами» — человечеством, землянами, полноправными членами мирового сообщества людей. Но глобальные проблемы,

от ковида до потепления, от неравенства до сокращения биоразнообразия, заставляют нас почувствовать себя жителями планеты, совсем не такой уж большой. Экономические кризисы сотрясают весь мировой рынок, крупнейшие научные проекты делаются большими международными коллаборациями и приносят пользу всему человечеству, благодаря интернету у нас уже появилась и общая культура — не хватает только глобальной политики, объединяющей человечество для решения планетарных проблем. Взрывной рост населения заканчивается, его темпы снижаются с каждым годом. Мы меняемся: большая часть человечества переехала в города, стала рожать меньше детей, дольше учиться и взрослеть, да и вообще дольше жить. Сейчас половина населения Земли младше 30 лет, но медиана с каждым годом сдвигается вправо, человечество в среднем становится всё старше. Кстати, старение населения — ещё одна глобальная проблема. Энергии молодости не хватает — и России, и планете, и Солнечной системе... А что, если мы — единственные разумные существа в Галактике, которую нам предстоит осваивать? Тогда нас всё ещё невообразимо мало, и мы делаем лишь первые неловкие движения в своей планетарной колыбели... Не перевернуть бы только её!



Сейчас население планеты в 2000 раз больше,

чем было 12 тысячелетий назад, когда закончился последний ледниковый период и началась история цивилизации. Тогда на всей Земле жило лишь 4 миллиона человек — треть нынешней Москвы. До начала XVIII века население росло очень медленно, увеличиваясь в среднем на 0,04% ежегодно, а потом начался демографический взрыв.

Животное номера

КОШКА

✍ Григорий Тарасевич ^

Наша редакция любит всё живое, поэтому мы решили сделать рубрику «Животное номера» постоянной. Новый сезон «Кот Шрёдингера» начинается, естественно, с кошки, или, как говорят наши биологически образованные коллеги — *Felis catus*. По долгу службы этот вид наша редакция любит особенно сильно, про него не то что две полосы — весь номер сделать можно. Ну а пока немного интересных фактов о том, как и когда кошка стала домашней.

600
000
000

Столько примерно домашних кошек живёт на планете. Это число чаще всего встречается в прессе и даже в научных публикациях. Но можно найти источники, где фигурируют 300 000 000, 500 000 000 и даже 1 000 000 000. Увы, точные цифры получить невозможно, ведь полная перепись всех кошек во всех странах — затея слишком рискованная. Что касается кошачьего населения России, социологические опросы дают нам 25–45 миллионов хвостов. Но это без учёта бродячих и полубродячих кошек, тут с оценками совсем туго.

Felis silvestris lybica

Попробуйте произнести и запомнить эти латинские слова: фэлис-сильвэстрис-либика... Звучит как магическое заклинание. Но это всего лишь научное название степного кота, он же степная кошка, он же пятнистый кот, он же ближневосточная кошка. Обитает этот зверь в Африке, на Ближнем Востоке, в Центральной Азии. Почему его имя нужно запомнить? Потому что это прямой предок домашней кошки. Диких котов много, в этих видах и подвидах можно запутаться: европейская лесная кошка, кавказский лесной кот, бенгальская кошка... Ясность наступила в 2007 году, когда было опубликовано исследование, основанное на образцах митохондриальной ДНК, взятых у почти тысячи кошек, диких и домашних. Вывод такой: из всех видов и подвидов дикой кошки только один является совсем близким к нашим домашним животным. Это *Felis silvestris lybica*.

Шиллоурокамбос

Ещё одно зубодробительное слово, имеющее отношение к прошлому кошки. Так называется местечко на Кипре, где лет двадцать назад было найдено захоронение человека и рядом с ним скелет котёнка. Поскольку диких кошек на острове нет, значит, это было домашнее животное. Его возраст — примерно 9,5 тысячи лет, этот скелет считается самым древним свидетельством одомашнивания кошек.

Плодородный полумесяц

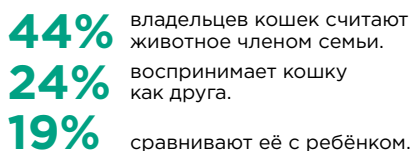
Так некоторые историки и археологи называют территорию, на которой находятся Сирия, Израиль, Кипр, Ирак, частично — Турция, Иран, Египет и Иордания. Считается, что это одно из мест, где больше 10 тысяч лет назад началось главное событие в истории человечества — неолитическая революция. После сотен тысяч лет охоты и собирательства наши предки наконец перешли к скотоводству и земледелию. Они начинают откладывать про запас продовольствие и семена. Тут же появляется страшный враг — грызуны. И вот тогда на сцену выходит кошка, которая вступает с человеком во взаимовыгодный союз: она уничтожает мышей и крыс, а мы её подкармливаем. Пока нет однозначных доказательств, что одомашнивание кошки происходило именно так, но большинство учёных разделяют эту гипотезу.

Царство	Животные
Тип	Хордовые
Класс	Млекопитающие
Отряд	Хищные
Семейство	Кошачьи
Род	Кошки
Вид	Домашняя кошка — да, согласно последним нормам систематики, это не подвид, а отдельный вид <i>Felis catus</i>
За что мы их любим	За то, что они тёплые, пушистые и мурлыкают

Мяу!

Некоторые биологи уверяют, что дикие кошки во взрослом возрасте не мяукают. Но когда живёшь с человеком, выгоднее дольше сохранять детские черты, дабы получить за это побольше еды и ласки. Животных можно понять.

Для чего нужна кошка?



Данные опроса, проведённого агентством Ipsos по заказу Mats Petcare среди 7000 российских респондентов.

Отличи домашнего кота от дикого

Перед вами шесть фото домашних кошек и шесть — представителей диких видов (степная кошка, лесной кот и кавказский кот). Попробуйте отличить домашнего питомца от свободного зверя. ^_^



Ответ: 1 и 2 — домашние кошки, 3 и 4 — степная кошка (Felis silvestris), 5, 6, 7, 8 и 12 — лесная кошка (Felis s. silvestris), 9, 10 и 11 — домашняя кошка (Felis catus).

Наивные вопросы

ПОЧЕМУ ОСЕНЬЮ ЛИСТЬЯ МЕНЯЮТ ЦВЕТ?

Ответ кажется очевидным. Осенью листья переходят в жёлто-оранжево-красно-фиолетовые области электромагнитного спектра исключительно для того, чтобы радовать глаз человека вообще и сотрудника «КШ» в частности. Разве нет? Может, и у красивой окраски есть какой-то смысл? Разобраться с прагматикой осенней романтики нам помог заведующий кафедрой экологии и географии растений биофака МГУ профессор Владимир Онипченко.

✍ Никита Лавренов



Тот, кто даёт нам цвет

Осеннюю окраску листьев определяют две группы пигментов. Первые — **каротиноиды**, которые обеспечивают жёлтые, оранжевые, красные или коричневые оттенки. Летом они поглощают избытки солнечного света, оберегая таким образом нежное содержимое растительных клеток от стресса. Осенью каротиноиды проявляются из-за разрушения хлорофилла — того самого вещества, которое даёт листьям зелёный цвет и вообще является основным тружеником фотосинтетического конвейера.

Вторая группа пигментов — **флавоноиды**, они дают красно-фиолетовый оттенок. Эти соединения появляются в листьях лишь к осени, причём растения синтезируют их специально.

Вряд ли деревья делают это в угоду меланхоликам, взору которых созерцание осенних красок доставляет особое удовольствие, — вероятно, так происходило за миллионы лет до появления людей... Значит, деревья получают от этого какую-то пользу, иначе эволюция не закрепила бы способность менять цвет. И в чём же выгода?

Маскировка или экономия?

У науки на этот счёт есть несколько гипотез. Первая: изменение цвета обеспечивает защиту от насекомых. Листопадные растения готовы расстаться со своей листвой,

но стремятся потерять как можно меньше полезных веществ. Для этого они дробят сложные молекулы на мелкие составляющие и перекачивают в ветви и корни. Происходит это не так быстро, что вот раз! — и перекачали. А пока процесс длится, на питательные низкомолекулярные соединения могут покушаться другие участники экологических сообществ. Например, сосущие насекомые. Такие как тли. Спрятаться растениям помогает как раз красно-фиолетовая окраска: редкое насекомое способно видеть красный цвет. Тли не из их числа. Экологические эксперименты подкрепляют защитную гипотезу: при наличии выбора тли предпочитают садиться на зелёное, нежели на красное или жёлтое. Другая гипотеза о смысле осенней красоты завязана на фотосинтезе. Мол, при более высоких температурах он идёт чуточку эффективнее. А фиолетовый или красный окрас позволяет поглотить из солнечного света больше тепла и обеспечить чуть более высокий уровень фотосинтеза в не слишком благоприятный для него период. Однозначного ответа, какая из гипотез верна, пока что нет и не факт, что будет. В науке это нормально. Вполне вероятно, обе гипотезы справедливы (каждая из них уже имеет экспериментальное подтверждение). Более того, не исключено, что учёные найдут ещё десятки обоснований осенней красоты — и каждую аргументируют данными.

Богатые не краснеют

Не все листопадные растения заботятся о маскировке и занимаются перекачкой веществ. Ольха, например, так не делает. Она в процессе эволюции обзавелась бактериями-сожителями — актиномицетами, и научилась «строить» для них жилые кварталы в своих корнях. Актинициеты поставляют ольхе столько минерального азота, что та может позволить себе не перекачивать крохи из листьев. При этом зелёная окраска листьев сохраняется у ольхи вплоть до наступления морозов. Дальше фотосинтезировать становится невозможно по физическим причинам, и листья просто буреют и опадают. За несколько лишней недель или даже месяцев фотосинтеза, выяснили японские учёные, ольха в энергетическом эквиваленте успевает нафотосинтезировать в шесть раз больше, чем нужно для расплаты с актиномицетами за тот объём соединений азота, что они могли перекачать из своей листвы. Простая экономика!

В то же время у большинства деревьев таких союзников нет, и рассчитывать они могут либо на себя, либо на среду. Если они живут в довольстве и достатке, то есть растут на богатых почвах, то просчитывать балансы с перекачкой пожитков и прятаться от насекомых не приходится. Если же условия бедные, то уповать остаётся только на себя. Оттого и листопады самые красивые там, где небогато. В средней полосе России, например, деревьям живётся неплохо. Обратная сторона этого богатства — не самые зрелищные осенние леса. В Северной Америке вот значительно беднее. Оттого и кленовые леса на границе США и Канады осенью — багряный огонь. ^_^

Гербарий: как хранить осенние листья



Этот текст не для ботаников, а для самых обычных людей, которые осенью гуляют в парках и собирают красивые листья. Впрочем, возможно, вдохновившись красотами природы, эти люди станут ботаниками или хотя бы начнут больше интересоваться наукой о растениях.

1. Принесённые домой листья положите внутрь стопки газет. Это лучше, чем книга, поскольку в ней лист сохнет медленнее и на нём может поселиться грибок.
2. Прижмите газеты с листьями каким-нибудь грузом.
3. Ждите. Гербарий считается сухим тогда, когда вы не ощущаете лёгкий холодок при нежном прикосновении кончика носа к растению.

Предыдущие пункты относились только к жёлтым и оранжевым листьям, чей цвет определяют каротиноиды. Красные и фиолетовые листья, в которых много флавоноидов, так просто не сохранить. Но мы знаем способ!

1. Берём кастрюлю с водой. Греем. Сыпем туда поваренную соль. Много. Ещё больше. Ещё сыпем — до тех пор, пока соль не перестанет растворяться.
2. Опускаем в рассол листы бумаги А4, чтобы они этой жидкостью пропитались.
4. Сушим листы на какой-нибудь впитывающей поверхности.
5. Прокладываем просоленными листами бумаги красные и фиолетовые листья.

Если листья высохли, пора оформлять коллекцию.

1. В качестве подложки лучше всего подходит бумага для черчения. Особый шик, если бумага не совсем белая, а цвета слоновой кости.
2. Толстые и крепкие части листьев пришиваем к бумаге нитками.
3. Тонкие места фиксируем маленькими клеевыми полосочками. У ботаников считается хорошим тоном, чтобы эти полосочки приклеивались строго под прямым углом относительно краёв бумаги и ни в коем случае не пересекались.
4. Внизу прикрепляем этикетку с текстом. Учёные указывают время и место сбора, вид растения и прочие научные штуки. А вы можете записать мысли, которые возникали, пока вы гуляли по парку и собирали листья. Поверьте, это не менее ценно.
5. Получившиеся листы можно сложить в папку, скрепить в альбом или даже повесить на стену.

Кстати, в Японии для описания листопада используют два разных слова:

коё — опадание жёлтых и красных листьев как естественный процесс, **момидзи** — интенсивно красная окраска листьев в контексте созерцания. Пишутся оба термина одинаково (紅葉), а прочтение зависит от контекста.

Люминокот.

Начало

Не спрашивайте нас, зачем нужны зелёные светящиеся коты. Хватит и того, что мы объясняем, как их сделать. Правда, с упрощениями. Не взывайте, учёные, создающие настоящих генно-модифицированных животных: некоторые детали мы опустили или упростили. Всё-таки генная инженерия — это пока ещё достаточно сложное дело.

✍ Александр Ненашев

🎓 Научные консультанты:
Арина Мазурова, Артём Пилунов

✍ Сценарий:
Анастасия Шартогашева

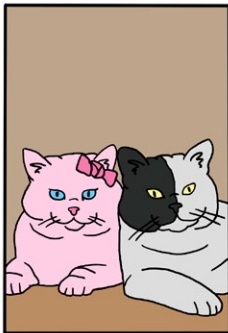
Материалы, методы и главные герои

Учёный



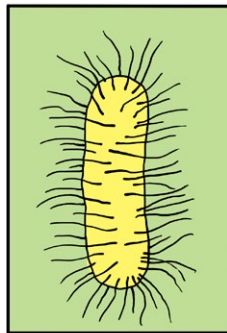
На все руки мастер.

Кот и Кошка



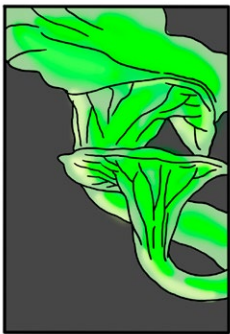
Наука наукой, а котята рождаются от котов и кошек.

Бактерии *Escherichia coli*



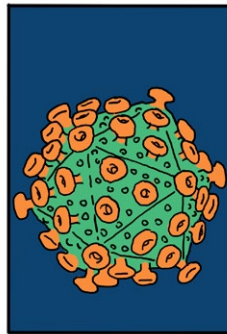
Кишечные палочки быстро делятся и умножают ДНК, которую вам вздумалось в них вживить. Удобны в работе. Неприхотливы. В этом эксперименте *E. coli* нужны для наработки плазмид — кольцевых ДНК, содержащих гены грибов *N. nambii*.

Грибы *Neonothopanus nambii*



Ядовитые биоллюминесцентные грибы из семейства негниючниковые. В ДНК *N. nambii* есть гены, ответственные за выработку грибом светящегося вещества — люциферина. Чтобы произвести его, нужны четыре гена. В 2018 году учёные использовали эти гены, чтобы получить биоллюминесцентные дрожжи. Два годами позже с их помощью были впервые получены светящиеся растения — в природе они не существуют.

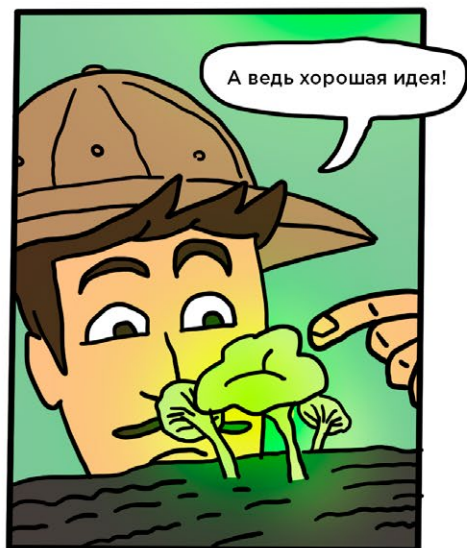
Лентивирусы



Сейчас среди биологов только и разговоров, что о системе CRISPR/Cas9, которая позволяет встраивать в ДНК новые участки точно и надёжно. Но эту систему используют меньше десяти лет. До неё пользовались другими методами — например, лентивирусами, которые умеют встраиваться в чужую ДНК. В этом эксперименте лентивирусы встраивают грибные гены в кошачью ДНК.

Приходишь домой, ищешь в темноте выключатель, спотыкаешься о кота... Надоело? Тогда тебе нужен Люминокот — светящийся кот! В его ДНК есть гены, из-за которых в его организме вырабатывается светящееся вещество — люциферин

Но как он обзавёлся такими генами? У котов их вообще-то не бывает. Зато они бывают у ядовитых грибов из семейства с многообещающим названием — негниючниковые. С них-то всё и началось...



Чтобы достать грибную ДНК, нужно разрушить клетки пестиком — и мылом! А потом убрать всё лишнее фенолом



PCR — реакция, в которой нарабатываются тысячи копий нужных генов. Эти копии создаёт фермент полимераза



Достанем из ДНК гены, которые заставляют грибы светиться!

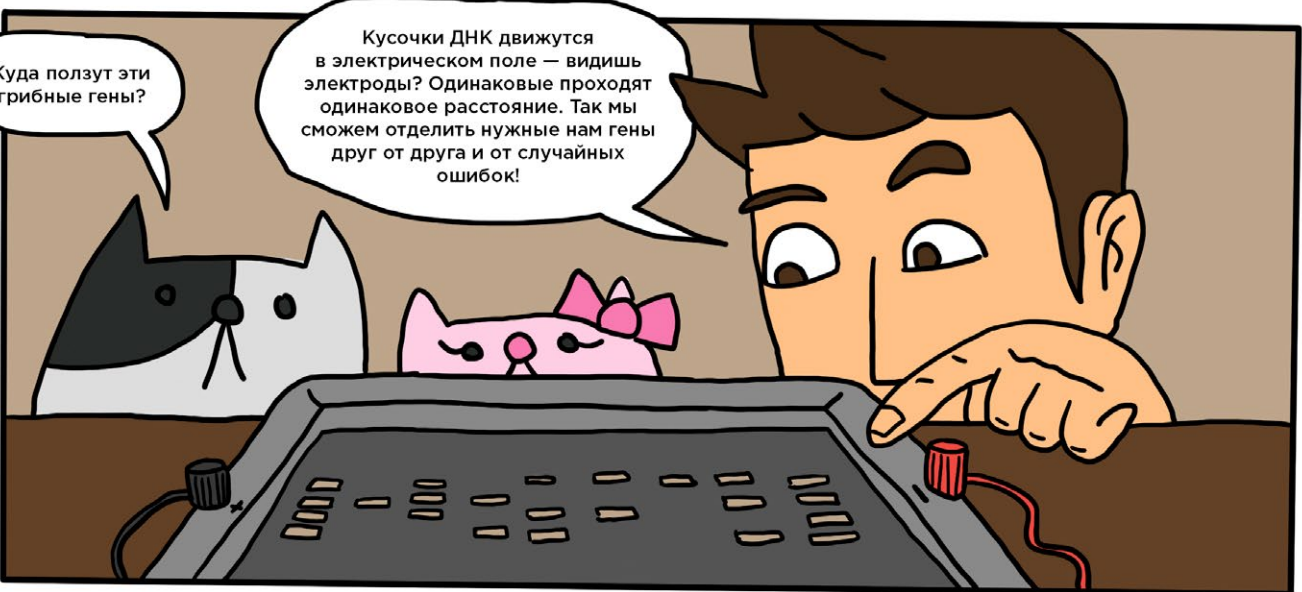


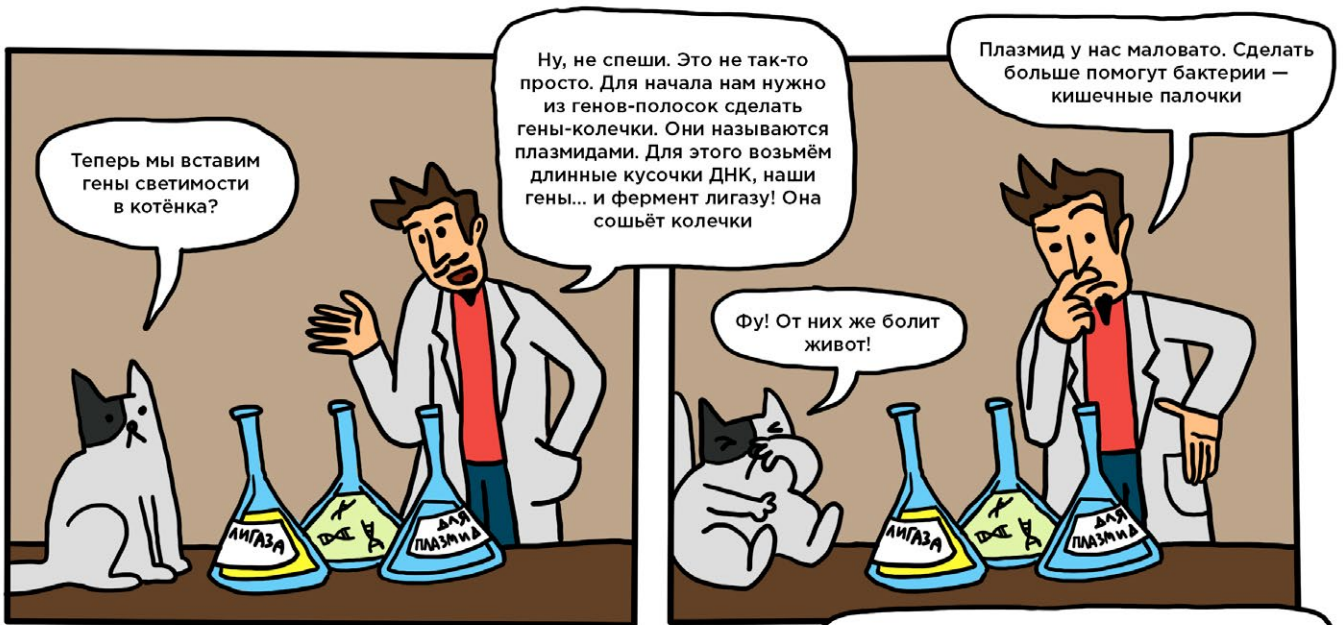
Короткие кусочки ДНК — праймеры — указывают, какие именно гены нужно копировать. А отдельные нуклеотиды, из которых состоит ДНК (их четыре: А, Т, G, С), служат для новых копий строительным материалом



Куда ползут эти грибные гены?

Кусочки ДНК движутся в электрическом поле — видишь электроды? Одинаковые проходят одинаковое расстояние. Так мы сможем отделить нужные нам гены друг от друга и от случайных ошибок!





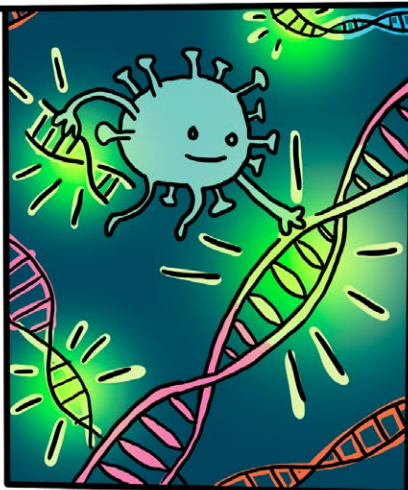
На самом деле генетический материал лентивирусов записан не в ДНК, а в РНК. Поэтому и собирают вирусы из фрагментов их РНК, и нужные гены вставляют тоже в форме фрагмента РНК...



...которые получают из ДНК с помощью специального фермента — РНК-полимеразы. Мы опустили эти подробности, потому что они не помещались в комикс



Вирус гриппа, например, так не умеет. А лентивирусы умеют. Именно их мы и используем



Так появился на свет Люминокотёнок. Он вырос в большого Люминокота... Но это уже совсем другая история





Меняться в духе времени,
но оставаться верным себе
и своим традициям

НОВАЯ МЕДИЦИНА

БУДУЩЕЕ

Медицина 4 «П»

Предиктивная — способная делать предсказания.

Превентивная — профилактическая.

Партисипативная — вовлекающая человека в заботу о собственном здоровье.

Персонализированная — учитывающая индивидуальные особенности организма в профилактике, диагностике и лечении.



ФЁДОР ГААЗ
(1780–1853)

«Святой доктор», врач и благотворитель. За свой счёт лечил заключённых, спасал людей во время эпидемии холеры. Именно ему принадлежит высказывание: «Врач без нравственных качеств есть чудовище».

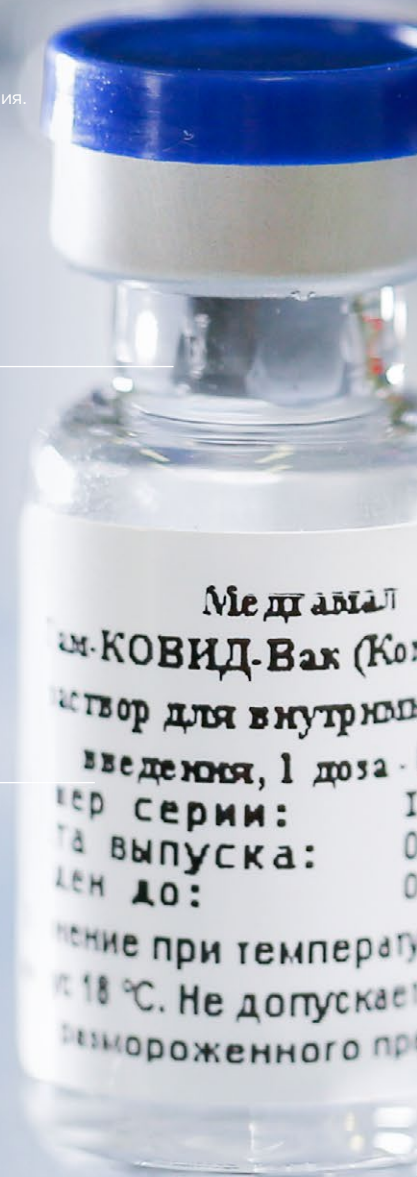
ТРАДИЦИЯ



ЛЕОНИД РОШАЛЬ
(р. 1933)

Президент НИИ неотложной детской хирургии и травматологии. Основал научную школу в хирургии детского возраста. Во время терактов, рискуя собой, вёл переговоры с террористами и спасал детей.

ТРАДИЦИЯ

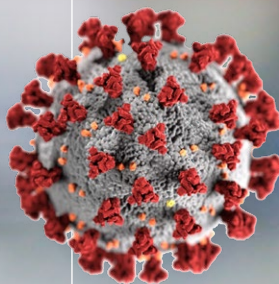


ЦИТАТА



«У нас в стране впервые создан полный цикл разработки, испытания и масштабирования производства медицинских препаратов. Его можно использовать не только против коронавируса, но и для создания инновационных препаратов».

Вадим Тарасов, директор Института трансляционной медицины и биотехнологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова



ПРОРЫВ

Вакцины против COVID-19

Центр эпидемиологии и микробиологии имени Гамалеи создал вакцину на основе безопасного, лишённого возможности размножаться в организме аденовирусного вектора. Вектор доставляет в клетку ген S-белка коронавируса и учит организм распознавать врага.

Денис Логунов, создатель «Спутника V», ещё до испытаний вакцинировал себя, своих детей и родителей.



Испытания вакцины. В медицинском университете имени Сеченова разработали систему клинических испытаний не только вакцин, но и любых препаратов. В испытаниях участвовали тысячи добровольцев.



Фармкомпании («Р-Фарм», «Биокад», «Генериум» и др.) построили новые заводы с биореакторами, развернули массовое производство вакцин.

Молодильный коктейль и секреты голого землекопа

✍ Андрей Константинов ^



Профессор Вадим Гладышев



«Я не вижу фундаментальных причин, которые помешали бы замедлить старение»

В 2017 году Вадим Гладышев стал победителем конкурса грантов Правительства РФ. На средства мегагранта он создал в МГУ, своей альма-матер, лабораторию системной биологии старения. А когда это интервью было уже свёрстано, мы узнали, что Гладышеву присуждена Премия имени Георгия Гамова, учреждённая Российско-Американской ассоциацией учёных RASA, — за исследование молекулярных механизмов старения.

О каком открытии вы мечтаете больше всего? У автора этой статьи, например, ответ не меняется с детства: хочу, чтобы нам радикально продлили жизнь и молодость! Вот только надежды увидеть осуществление этой мечты при нашей жизни никогда не было. Но оказалось, за последние годы наука о старении сделала ряд удивительных открытий, о которых за пределами узкого круга специалистов мало кто знает. «КШ» рассказал о них Вадим Гладышев — профессор Медицинской школы Гарвардского университета, действительный член Национальной академии наук США, один из ведущих специалистов в области исследования старения.

Мы обречены на старость?

Что важнее для продолжительности жизни: гены или среда?

Продолжительность жизни животных разных видов различается на порядки — от нескольких дней до нескольких столетий. Ясно, что она генетически обусловлена и связана с продолжительностью созревания организма и массой тела: чем больше животное, тем дольше оно обычно живёт. Землеройка и кит — оба млекопитающие, но землеройка живёт год, а кит — больше двухсот лет.

Поселите муху, мышь, собаку и человека так, чтобы они дышали одним воздухом, ели одну и ту же еду — чтобы все факторы окружающей среды были одинаковыми. И что бы вы ни делали, муха будет жить максимум три месяца, мышь — три года, собака — пятнадцать лет, а человек может сто лет прожить. То есть основа продолжительности жизни всё-таки генетическая составляющая. Но если мы возьмём отдельный вид, например наш, то основную роль уже играет фактор окружающей среды.



Turritopsis dohrnii — одна из разновидностей бессмертных медуз. Точнее, они иногда гибнут в пасти хищника, но не умирают от старости. Достигнув зрелости, медуза садится на дно и превращается в полип, покрытый хитином, под которым образуются почки — будущие медузы

Получается, на старение нас обрекают собственные гены? Но зачем?

Если звёзды светят, кому это нужно? Автомобиль сделали не для того, чтобы он старел, а чтобы на нём ездить. Но машина стареет — потому что ездит. При этом разные производители делают машины, которые разрушаются с разной скоростью. Мерседес остаётся на ходу дольше, чем... не хочу приводить примеры короткоживущих машин, но такие есть.

Вот и человек стареет, потому что живёт.

У старения нет цели — это неизбежный процесс. Но некоторые организмы всё-таки нашли способ обойти его. Бактерии делятся на два абсолютно симметричных организма, и так сколько угодно раз. Гидры тоже не стареют: они постоянно обновляют свой организм, удаляя старые клетки и производя молодые.

Тайны животных-супердолгожителей

Некоторым млекопитающим эволюция тоже позволяет жить необыкновенно долго

Да, отдельным видам удалось очень сильно замедлить старение. Например, многим летучим мышам. Или голому землекопу — это грызун размером с обычную мышь, но живёт в десять раз дольше. Мы изучаем как раз такие пары видов, близкие друг к другу эволюционно. У голого землекопа удивительная невосприимчивость к раку. Результаты некоторых исследований поражают: на кожу животных наносили канцероген — у 100% мышей рак, среди землекопов ни одного случая. Если посадить его на 20 минут в камеру без кислорода, он выживет. При этом землекоп — единственное млекопитающее, которое не контролирует температуру тела. Живёт в своих норах в Африке, и когда ему жарко, просто спускается поглубже, когда холодно — поднимается. Первых землекопов привезли в лаборатории больше 30 лет назад, и многие живы по сей день! Умирают они в основном в драках с другими землекопами, хотя иногда и от других, не всегда понятных причин. Самому старому 38 лет, и пока мы не знаем, какая у них максимальная продолжительность жизни.

И ведь землекоп не единственный супердолгожитель среди мелких млекопитающих?

Есть и другие, в частности многие летучие мыши. Возьмём, например, ночницу Брандта, она водится и в России. Это одно из самых маленьких млекопитающих, весит порядка 4–8 грамм. И при этом летает, что вообще уникально в плане продолжительности жизни, ведь при полёте тратится огромное количество ресурсов.

Она живёт больше 40 лет. То есть на самом деле неизвестно, сколько она живёт, просто была программа окольцевания животных — её окольцевали, а через 40 лет поймали. Летучих мышей трудно содержать в лаборатории, да и кто же будет делать это 40 лет — дольше, чем длится карьера некоторых учёных?

Как природа делает это?

Мы изучили геном ночницы Брандта и нашли несколько особенностей. Например, у неё нарушены два гена: рецептор гормона роста и рецептор инсулинового фактора. Эти гены хорошо известны в связи с изучением старения. Если воздействовать на эти участки генома — отключать их, то организмы становятся меньше, а живут при этом дольше. Лабораторная мышь, которой заблокировали ген рецептора гормона роста, стала карликовой, но живёт в два раза дольше. Видимо, у ночницы Брандта была такая адаптация: чем меньше летучая мышь, тем легче ей летать и ловить насекомых — и тем больше у неё продолжительность жизни.

Но эта адаптация далеко не единственная, то есть речь идёт о наборе механизмов, отодвигающих старение. Организм эволюционирует в этом направлении, если находит нишу, где почему-то выгодно жить долго, — например, если ему не угрожают хищники, как голому землекопу. А обычным мышам, которыми кто только не питается, выгодно вкладывать все ресурсы в быстрое размножение, и у них жизнь по мере эволюции укорачивалась.



↑ Ночница Брандта.

Никто ещё точно не знает, какова продолжительность жизни у этого вида летучих мышей

Получается, программы старения нет, но некоторые изменения в нашей генетической программе удлиняют жизнь, а другие укорачивают?

С моей точки зрения, программы старения не существует. Знаю, в России популярна идея, что старение и смерть запрограммированы. Но в целом в области биологии старения эту идею поддерживает мало людей. У человека есть программа жизни. Мы живём, и из-за этого происходят какие-то побочные процессы, вырабатываются вредные для организма вещества, накапливаются ошибки. Со временем это приводит к потере функций, а в итоге — к смерти.

Если бы у нас была генетическая программа старения, то нарушения в работе управляющего ею набора генов приводили бы к остановке старения. Но мы не наблюдаем таких случаев. А ведь у каждого человека есть мутации, из-за которых в среднем около семи случайных генов неспособны выполнять свою функцию. Но мы не знаем примеров ни у людей, ни у других видов, когда из-за поломки генов кто-то перестал бы стареть.

В нашем геноме известны уже сотни генетических вариантов, немного влияющих на продолжительность жизни. Но не известно ни одного гена, который вносил бы в неё большой вклад.

С годами мы стареем всё медленнее

Когда человек начинает стареть? С самого рождения?

Этот вопрос активно изучается. Пару месяцев назад у нас вышла статья как раз на эту тему. Согласно результатам наших исследований, старение начинается в период эмбрионального развития. Когда яйцеклетка соединяется со сперматозоидом и образуется зигота, возраст этой

зиготы не нулевой, ведь зародышевые линии клеток и у мужчины, и у женщины до того, как их половые клетки соединились, жили в их в организмах и старели. А потом происходит омоложение эмбриона — у мышей приблизительно через неделю после оплодотворения, у человека — через 2–3 недели. В этот момент мы достигаем минимального биологического возраста, а дальше начинается старение, которое продолжается всю жизнь.

Если другие лаборатории подтвердят наши результаты, это будет означать, что найден первый естественный способ омоложения. Нужно только понять, в каких конкретно клетках и как именно это происходит. Тогда, быть может, клетки взрослого человека удастся изменить так, чтобы они омолодились.



Скорость старения всю жизнь одинакова или как-то меняется?

Пока точно не знаем. Но похоже, что в начале жизни мы стареем быстрее, постепенно скорость замедляется. Особенно это видно по окончании периода развития, после 20 лет.

Неплохая новость: чем старше мы становимся, тем медленнее стареем!

В целом так оно и есть. Причём после 60 лет это становится ещё очевиднее из-за общего замедления метаболизма. Но этот вопрос изучен не до конца. Разные методы показывают, что общие закономерности есть — старение постепенно замедляется. Но точно определить эту скорость на разных этапах пока не получается, нужны дальнейшие исследования и новые методы.

Под тиканье биологических часов

Как измерить скорость старения?

Есть так называемые биомаркеры старения — они позволяют определить наш биологический возраст, который, кстати, может сильно отличаться от хронологического. Ещё лет десять назад мы не имели возможности следить за старением — разве только по каким-то совсем уж косвенным данным вроде укорочения **теломер**.

Но в последние годы в этой области произошло практически революционное изменение. Возникли методы, самый известный из которых — **эпигенетические часы**. В 2013 году профессор **Стив Хорват** из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе составил список метильных меток на ДНК, по наличию или отсутствию которых можно определить, насколько клетка близка по свойствам к эмбриональной или, наоборот, сенесцентной, то есть умирающей от старости. Это и были первые эпигенетические часы.

Сейчас это направление активно развивается, на основе метилирования ДНК уже сделано много разных часов. Некоторые из них указывают на биологический возраст, другие — на вероятность болезней или скорой смерти, но в целом все они связаны с разными составляющими старения и позволяют следить за тем, как оно происходит.

● Теломеры — некодирующие участки ДНК на концах хромосом, которые укорачиваются при каждом делении клетки.

● Эпигенетические механизмы регулируют работу генов, не меняя структуру ДНК. Метилирование ДНК — способ выключить ген, подавить его активность. Для этого к азотистому основанию цитозину (одна из четырёх букв генетического кода, из последовательности которых состоит ДНК) присоединяется метильная метка — молекула метильной группы, которая подавляет активность гена, не давая считывать с него информацию.

А что такое метилирование ДНК? Какую функцию оно выполняет?

Метилирование ДНК закрепляет эпигенетические изменения. Когда определённые участки генов метилированы, эти гены отключаются — организму нужно, чтобы в клетках каждой из тканей работали подходящие для неё гены, а другие были бы выключены.

Метилированных участков в геноме очень много, миллионы. Некоторые из них по каким-то причинам коррелируют с процессами старения, но ни один не делает это достаточно хорошо, поэтому нужно применить методы машинного обучения и среди миллионов метилированных участков найти несколько сот подходящих. А потом построить математическую модель, в которой каждый из них вносит свой вклад с определённым весом в показатель биологического возраста. Скажем, берём мы кровь, выделяем из неё ДНК, анализируем на метилирование несколько сот конкретных участков и применяем разработанную формулу для определения биологического возраста.

Можно учитывать разный набор участков и строить разные модели, поэтому биологических часов можно придумать много — важно, чтобы они были достаточно точными.

Разные системы организма стареют с разной скоростью?

Да, Стив Хорват, например, обнаружил, что мозжечок человека стареет медленнее, чем другие части мозга. По нашим данным, быстрее остальных стареет репродуктивная система. Это видно, в частности, по вероятности возникновения рака: с возрастом для репродуктивной системы она растёт быстрее, чем для других. Мне кажется, это объясняет, почему в человеческой популяции у женщин есть менопауза. Это такая смерть репродуктивной системы. Она слишком быстро стареет и в какой-то момент умирает, а организм продолжает жить. Он может существовать и без неё.

Что влияет на работу биологических часов? Когда они ускоряют ход, а когда замедляют?

Очень хороший вопрос — мы сейчас его изучаем. У нас в лаборатории даже обсуждается вопрос, утром человек моложе или вечером. Мы не знаем.

Раньше думали, что возраст всегда только увеличивается. Но, допустим, человеку сорок лет, он заболел ковидом и из-за этого постарел на пять лет, условно говоря. А потом выздоровел — и помолодел на четыре года.

На биологический возраст влияют разные условия, а значит, его можно менять. Например, если человек бросил курить, через некоторое время его биологический возраст может уменьшиться. Это гипотеза — данных пока недостаточно, но смысл, мне кажется, тут есть. Сейчас мы изучаем, как меняется биологический возраст в разных ситуациях: после болезни, при беременности и так далее.

Что ещё может повлиять на биологический возраст?

Данных немного. Всё ещё нет ни одного доказанного **геропротектора** — не верьте, если кто-то утверждает обратное. Есть геропротекторы для модельных организмов. Мы знаем много способов увеличить продолжительность жизни мышей, на четверть можем запросто! Мухам можно жизнь продлить в три раза, а червям — даже в десять.

Конечно, должны быть методы, которые сработают и для нас. Но чтобы их найти, нужно провести эксперименты с участием людей, а это ох как дорого! Сейчас, к примеру, лекарство от диабета метформин собираются проверить на способность увеличивать продолжительность жизни. Стоит эксперимент 70 миллионов долларов. А поскольку большинство кандидатов в геропротекторы — давно известные соединения, которые уже нельзя запатентовать, компаниям невыгодно вкладывать деньги в исследования.

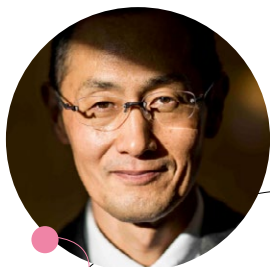
Нужны какие-то очень богатые спонсоры или государственные структуры, которые вкладывали бы деньги в исследования геропротекторов. Если мы проверим с десяток самых перспективных, парочка из них работает, я уверен.

● Лекарства, замедляющие старение и увеличивающие продолжительность жизни. Пока, правда, большая часть таких препаратов продлевает жизнь лабораторным животным, а что касается людей, никаких гарантий нет.

Неужели это невыгодно? Самый большой рынок в мире будет — каждый захочет отодвинуть старость.

Тот же метформин стоит копейки, но его никто не может запатентовать, поэтому вкладываться в его проверку невыгодно. И кстати, вряд ли все будут использовать геропротекторы. Очевидно, что прививка от коронавируса защищает пожилых людей, но многие предпочитают не прививаться и умирать — для меня это загадка. Известно, что курение сильно ускоряет старение и на 10 лет укорачивает жизнь, но люди по какой-то непонятной причине курят.





Волшебный коктейль Яманаки

Какие методы вам кажутся особенно перспективными для продления жизни?

Очень интересное направление в биологии старения — изучение омоложения. Я говорю о знаменитых факторах Яманаки, за открытие которых японский учёный получил Нобелевскую премию. Он смог вернуть клетки взрослого человека в эмбриональное состояние, то есть омолодил их.

Сам Яманака не изучает старение, но это важнейшее фундаментальное открытие для нашей области. В одном из последующих исследований гены этих четырёх белков встроили в организм взрослой мыши, и когда их включили на некоторое время, они омолодили мышью, а точнее, целую популяцию.

Недавно вышла статья, где мы были соавторами, об эксперименте, в ходе которого мы смогли омолодить зрительную систему: разрушили мышам оптический нерв, а потом задействовали факторы Яманаки — и произошла регенерация, зрение восстановилось. То есть как минимум частично организм поддается омоложению! Старение нельзя остановить, но можно «освежить» отдельные системы и уменьшить общий биологический возраст организма. На сколько именно уменьшить и можно ли сделать это несколько раз, мы пока не знаем, но в целом факт представляется очень интересным.

При омоложении клетка может сменить специализацию?

Когда мы перепрограммируем клетки, нам важно уменьшить биологический возраст, но не изменить функцию. Мы хотим, чтобы нейрон оставался нейроном, а не превращался в эмбриональную клетку. Поэтому факторы Яманаки должны присутствовать в клетке не постоянно, а временно — например, в течение суток. Как это сделать? Сначала мы вводим гены этих белков в геном мыши, а потом выстраиваем систему так, что эти гены экспрессируются только в присутствии определённого вещества, которое мы подмешиваем животному в еду. Берём мышью и раз в неделю на один день активируем в её клетках факторы Яманаки. Потом даём неделю отдыха, снова один день экспрессируем и снова даём отдохнуть. И делаем так долго. То есть мы пытаемся возбудить клетки мыши так, чтобы они частично омолодились, но при этом не успели утратить свою функцию.

Возможно, этот способ подходит не для всех клеток: пока большая часть исследований выполнена на фибробластах. На них воздействуют по разным схемам факторами Яманаки, а потом определяют биологический возраст с помощью эпигенетических часов. Это работа, которая ведётся прямо сейчас, на острие науки.

Сможет ли наука в обозримом будущем существенно замедлить старение или вовсе его остановить?

Я не вижу фундаментальных причин, которые могли бы помешать замедлить старение, это вопрос времени и ресурсов. Для начала нужно просто проверять разные вещества — потенциальные кандидаты в герпротекторы, такие как метформин или рапамицин. При этом вряд ли старение удастся остановить полностью: по-видимому, омоложению поддаются не все части организма.

Очень надеюсь, что продолжительность жизни человека значительно вырастет, но насколько, пока судить не берусь. ^_^

● В 2012 году Синъя Яманака получил Нобелевскую премию за то, что превратил клетки кожи в неспециализированные, подобные тем, из которых состоит зародыш в первые дни развития. Оказалось, для «коктейля Яманаки» нужны всего четыре белка: Oct4, c-Myc, Sox2 и Klf4. Под действием этих факторов многие закрытые из-за метилирования участки ДНК развернулись, позволив включиться генам, работавшим ещё на эмбриональной стадии. Из клеток, вернувшихся в эмбриональное состояние, можно вырастить другие типы клеток, например нейроны.

● Фибробласты — самый распространённый тип клеток соединительной ткани и кожи у животных.

ОСВОЕНИЕ КОСМОСА

ТЕХНОЛОГИЯ

«Ангара-А5»

В конце 2020 года прошло успешное испытание первой после распада СССР тяжёлой отечественной ракеты. Разработчик — Государственный космический научно-производственный центр им. М.В. Хруничева. По техническим характеристикам «Ангара-А5» будет конкурировать только с Falcon 9 Илона Маска.



ЦИТАТА

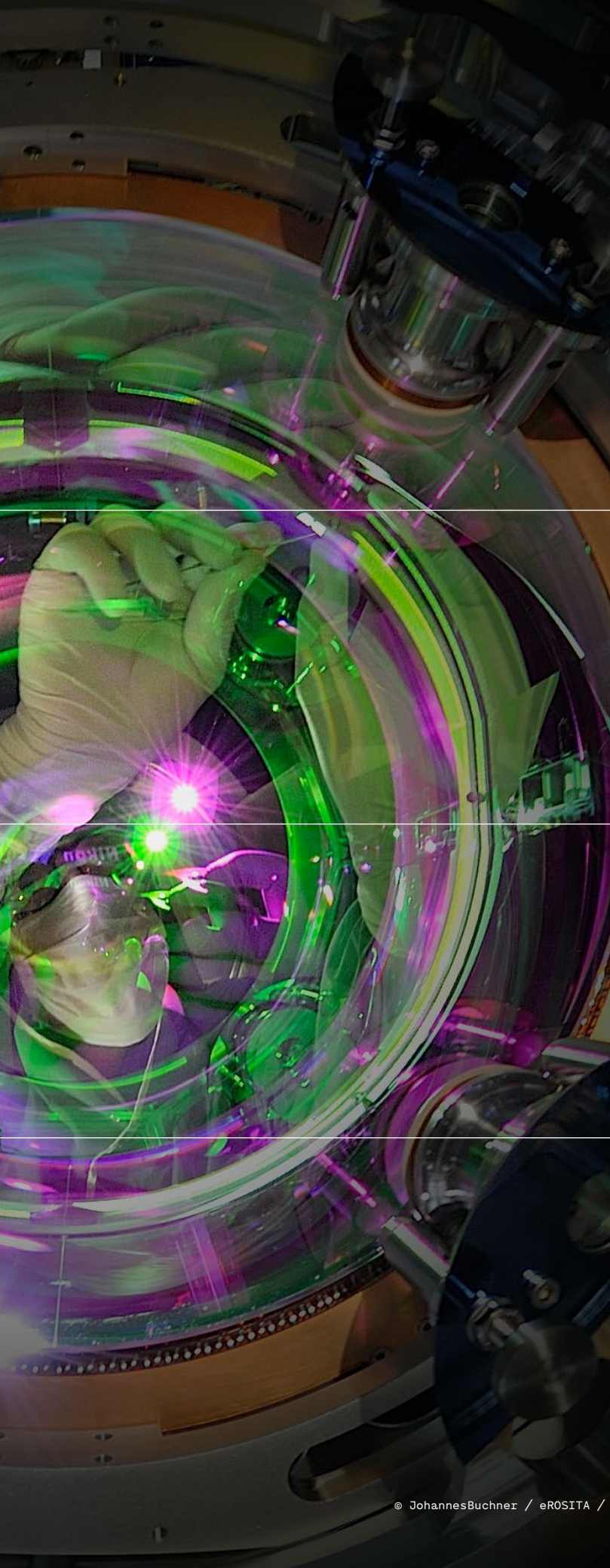
«Нам удалось снять вспышку в четырёх поляризационных фильтрах. Случилась уникальная в истории оптической астрономии вещь: два телескопа, расположенных в разных полушариях планеты, одновременно навелись на один объект. Мы мечтали об этом 17 лет».

Владимир Липунов, профессор МГУ, руководитель роботизированной сети телескопов МАСТЕР

ОТКРЫТИЕ

100 лет. Открытие века

С помощью детектора LIGO учёные обнаружили всплеск гравитационных волн, порождённых сливающимися чёрными дырами. Данные об этом открытии были опубликованы в 2016 году. При этом сами гравитационные волны были предсказаны Альбертом Эйнштейном в общей теории относительности за сто лет до этого — в 1916-м.



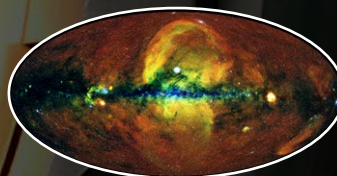
ВОПРОС

Какую орбиту должен выбрать спутник, чтобы лучше видеть Арктику и Север России?

- А. Геостационарную.
- В. Вытянутую эллиптическую.
- С. Всё равно.

Ответ:

Геоцентрическая орбита, поскольку движение спутника относительно Земли, а не Земли относительно Солнца, поэтому спутник будет видеть Арктику и Север России. Он летит по вытянутой эллиптической орбите и подолет над северной частью Земли, успевая все рассмотреть.



«Спектр-РГ» и карта Вселенной

«Спектр-Рентген-Гамма» — российская орбитальная астрофизическая обсерватория, запущенная в космос в июле 2019 года. С её помощью уже открыто множество космических объектов, а к 2025 году будет опубликована самая полная карта Вселенной.

ТЕЛЕСКОПЫ МАСТЕР

Единственная в мире глобальная роботизированная сеть телескопов МАСТЕР была задействована в проекте LIGO и участвовала в открытии гравитационных волн. А в прошлом году телескопы МАСТЕР зарегистрировали крупнейшую вспышку после Большого взрыва — гамма-всплеск GRB 190114C.

«Наука» в космосе

Вечером 21 июля 2021 года с пусковой установки № 39 стартовой площадки № 200 космодрома Байконур стартовала ракета-носитель «Протон» с новым блоком МКС — российским лабораторным модулем «Наука».

Главное его предназначение — конечно, наука. Здесь будут проводить эксперименты по космической физике, космической биологии и космическому же материаловедению.

Например, в эксперименте «Капля-2» испытают систему охлаждения для будущего ядерного космического буксира. В экспериментах «Мираж» и «Вампир» космонавты будут создавать из цинка, теллура и кадмия полупроводниковые кристаллы. В оранжевее «Витацикл-Т» вырастят растения, а в эксперименте «Перепел» попробуют вывести из яиц настоящих перепёлок.

1. Через этот шлюз научные приборы будут выводить в открытый космос.

2. Система стыковки.

3. Иллюминатор, 21-й по счёту в российском сегменте МКС и единственный в «Науке».

4. Система сближения «Курс-П» — датчики скорости и расстояния.

5. Маленькие двигатели для манёвров при стыковке с МКС. Могут аккуратно сдвинуть 20-тонный модуль на несколько сантиметров. После стыковки они самостоятельно запустились и немного покрутили всю станцию. Чтобы остановить её, пришлось включить двигатели другого модуля.

6. Европейский манипулятор ERA (European Robotic Arm) — одиннадцатиметровая роборука для работы с научными инструментами снаружи «Науки». Умеет самостоятельно ходить по модулю. Может поднять восьмитонный груз — а может бережно перенести космонавта.

7. Теплообменник. В космосе нет воздуха, поэтому то, что нагрелось, не остывает само по себе, нужны специальные приборы. Теплоноситель, текущий по трубам, приносит сюда тепло, собранное со всего модуля; здесь тепло превращается в излучение и уходит в космос.

8. Переносное рабочее место для работы снаружи модуля.

9. Солнечные батареи. Это второй действующий источник энергии для российской части МКС; ещё один комплект батарей есть на модуле «Звезда». Третий на модуле «Заря» сейчас сложен, а энергию «Заря» получает от американского сегмента.

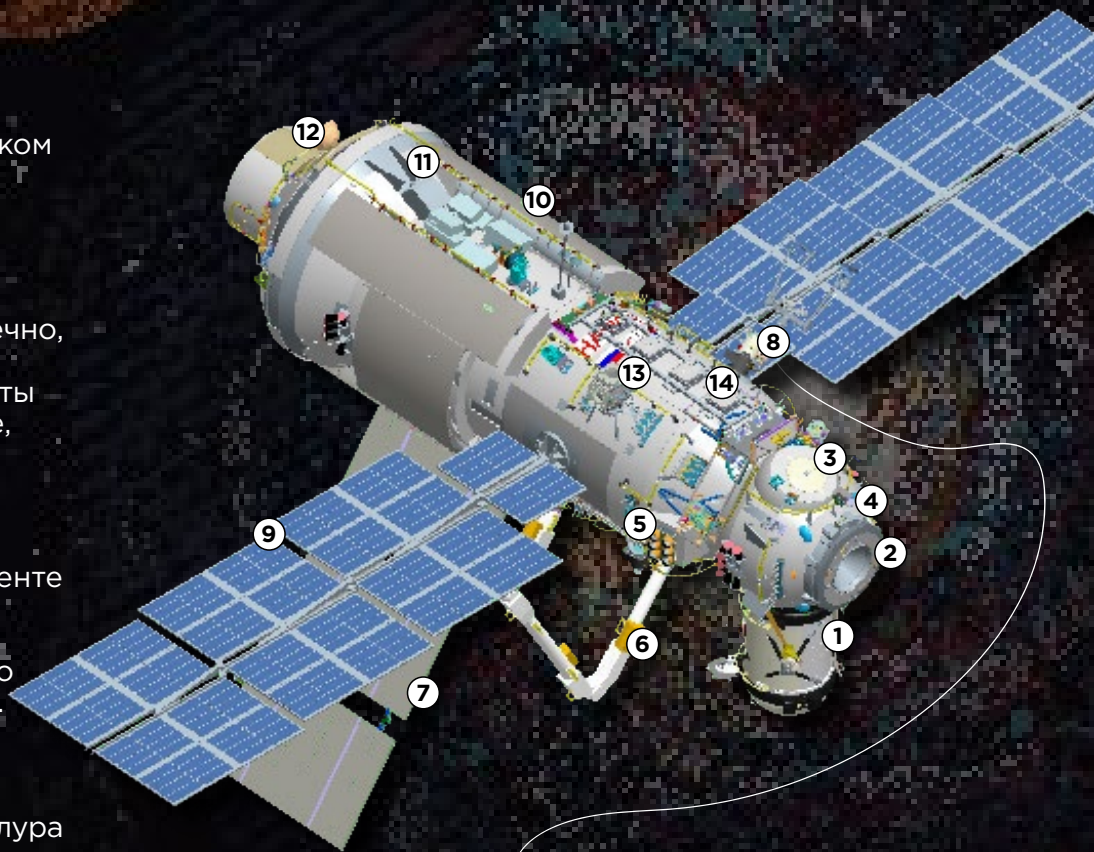
10. Топливные баки, сейчас пустые. В них было горючее и окислитель для полёта «Науки» к МКС и манёвров при стыковке.

11. Большие двигатели коррекции. С их помощью «Наука» перешла с орбиты, на которую её доставила ракета-носитель, на орбиту стыковки с МКС.

12. Система сближения «Курс-А» — датчики расстояния и скорости. Использовались для автоматической стыковки с МКС.

13. Платформа, на которую во время работы в открытом космосе можно крепить приборы.

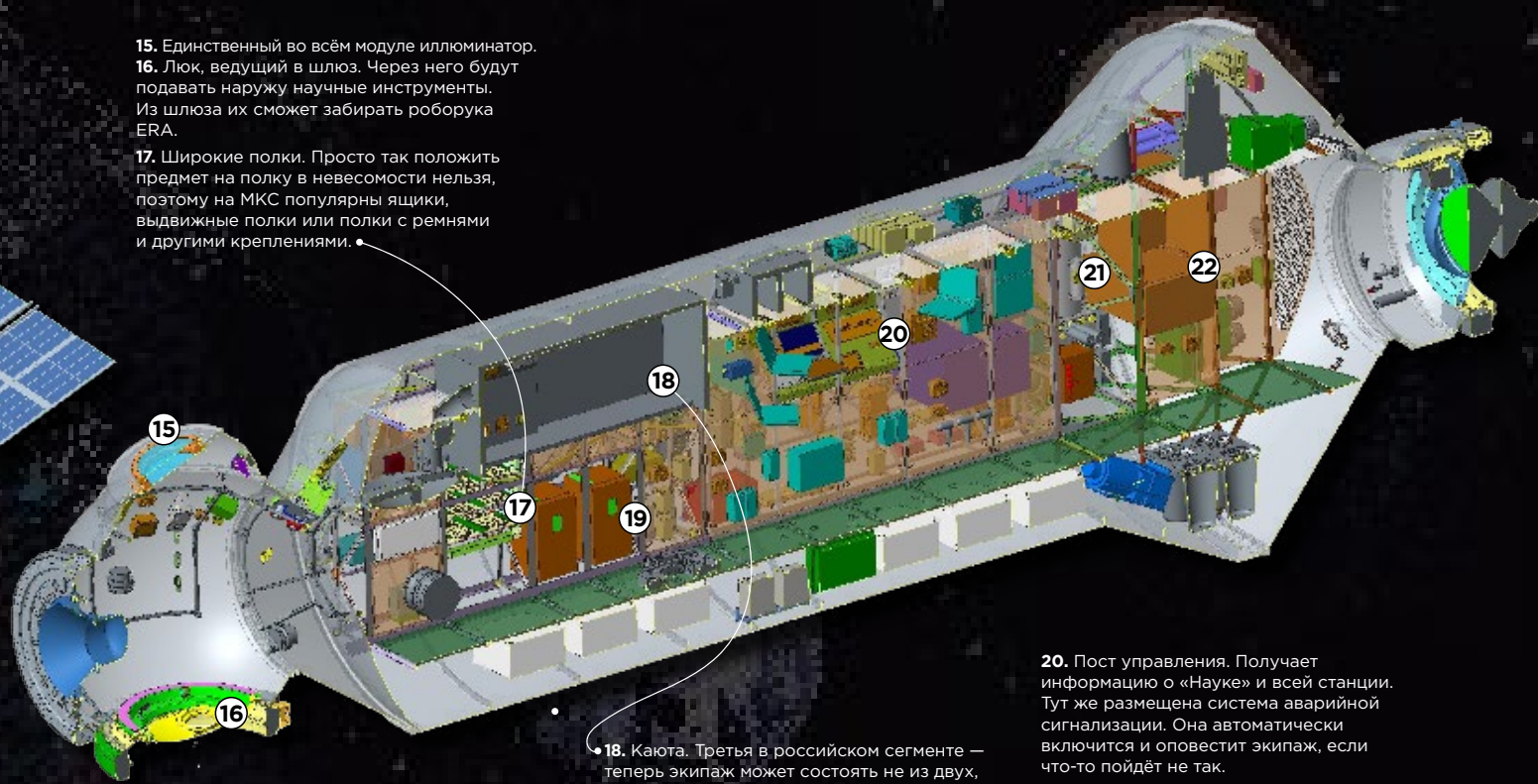
14. Крепежи для особо крупных и тяжёлых научных приборов.



15. Единственный во всём модуле иллюминатор.

16. Люк, ведущий в шлюз. Через него будут подавать наружу научные инструменты. Из шлюза их сможет забирать роботрука ERA.

17. Широкие полки. Просто так положить предмет на полку в невесомости нельзя, поэтому на МКС популярны ящики, выдвижные полки или полки с ремнями и другими креплениями.



18. Каюта. Третья в российском сегменте — теперь экипаж может состоять не из двух, а из трёх космонавтов. Места здесь чуть больше, чем на верхней полке в плацкарте.

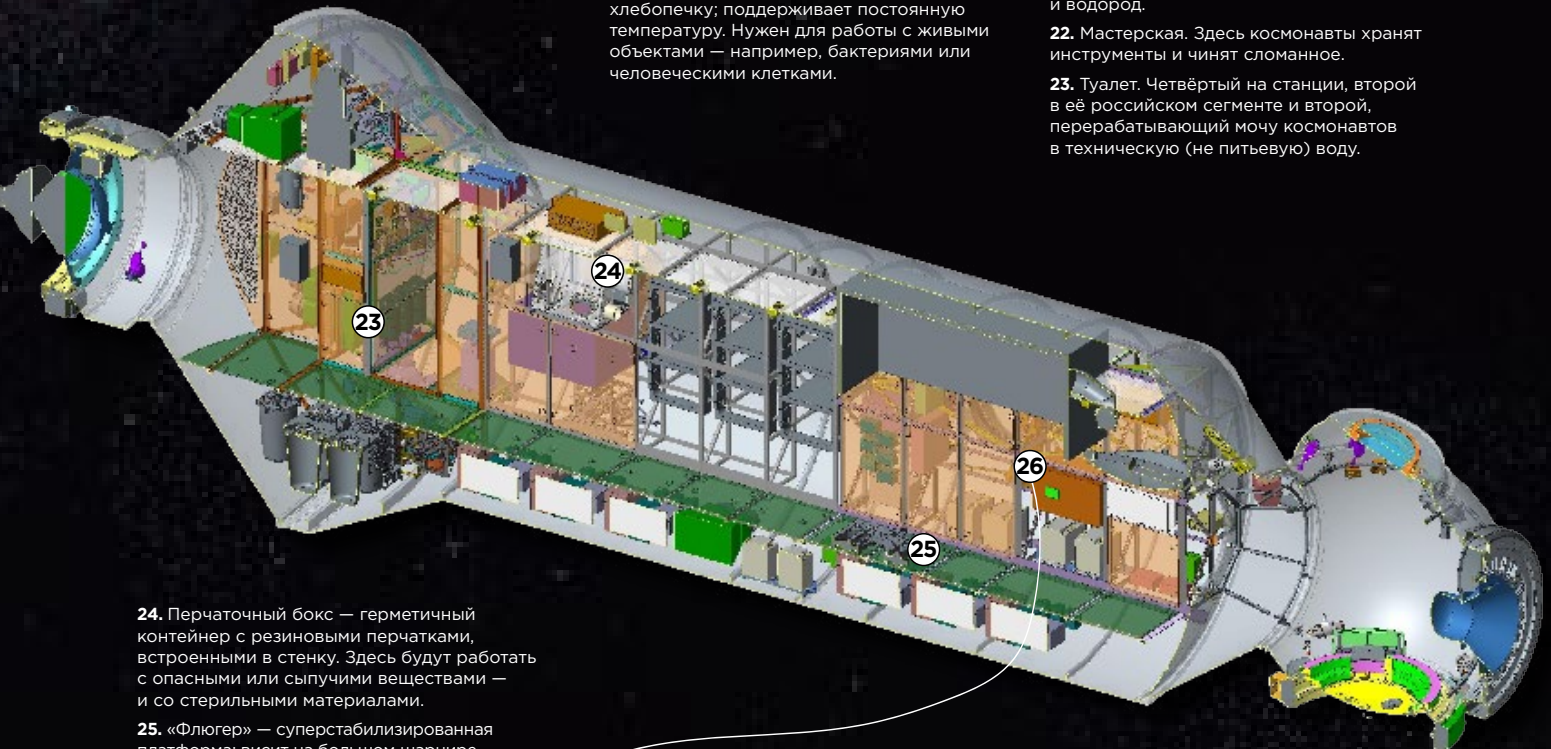
19. Термостат. Похож на йогуртницу или хлебопечку; поддерживает постоянную температуру. Нужен для работы с живыми объектами — например, бактериями или человеческими клетками.

20. Пост управления. Получает информацию о «Науке» и всей станции. Тут же размещена система аварийной сигнализации. Она автоматически включится и оповестит экипаж, если что-то пойдёт не так.

21. Генератор кислорода «Электрон». Электрическим разрядом разделяет техническую воду на кислород и водород.

22. Мастерская. Здесь космонавты хранят инструменты и чинят сломанное.

23. Туалет. Четвёртый на станции, второй в её российском сегменте и второй, перерабатывающий мочу космонавтов в техническую (не питьевую) воду.



24. Перчаточный бокс — герметичный контейнер с резиновыми перчатками, встроенными в стенку. Здесь будут работать с опасными или сыпучими веществами — и со стерильными материалами.

25. «Флюгер» — суперстабилизированная платформа; висит на большом шарнире. На ней будут выращивать идеальные кристаллы с параметрами, достижимыми только в невесомости. Сделать такое в космосе пытаются уже много лет, но ускорение космического аппарата всегда искривляет кристалл. «Флюгер» должен это исправить.

26. Ещё один термостат. Похож на морозилку. В нём материалы биологических экспериментов будут хранить до возвращения на Землю.

Наша планета — это большая космическая станция



СЕРГЕЙ РЯЗАНСКИЙ | КОСМОНАВТ

Космонавтика — хороший пример того, что люди могут работать вместе, несмотря на то, что они из разных стран, с разным менталитетом, с разным мировоззрением. Покорение космоса — проект всего человечества.

Когда-то давно один наш советский космонавт, уже довольно пожилой, произнёс фразу, которую я тогда не понял: «Знаешь, ты взлетаешь на корабле, гордо неся на скафандре серпасто-молоткастый флаг. Вот я, Советский Союз, ура! А возвращаешься обратно человеком мира». Сейчас я это понимаю прекрасно. На МКС показывают только два телеканала: наш Первый и их NBC — один из самых анти-российских американских каналов. Мы смотрим одни и те же вечерние новости, но в абсолютно разной интерпретации. И один из американских астронавтов говорит мне: «Ну что они там делают?! Взять бы политиков и отправить всех вместе в космос». Проплывавший мимо итальянец, услышав окончание фразы, быстренько добавил: «В один конец».



Международная космическая станция — это пространство без границ: летят люди в космосе и делают общее дело. Когда мы смотрим со станции на Землю, то понимаем, что и планета наша сродни большой космической станции, где есть люди разных национальностей, которые летят в безграничном пространстве и тоже делают общее дело. Но только не понимают, что делить им нечего. А границы — они ведь нарисованы, из космоса их не видно, все они в наших головах, нами придуманные.

Меня часто спрашивают: как сотрудничать и договариваться, если люди такие разные? Пытаюсь объяснить это на лекциях и мастер-классах: вот смотрите, вы не выбираете себе команду — членов экипажа. Но от этих людей зависит ваша жизнь. И да, человек может не нравиться, он может принадлежать к иной религии, иной культуре, иной национальности. Но когда понимаешь, что толщина стенки космической станции — полтора миллиметра, то осознаёшь, что от людей, которые рядом, зависит твоя жизнь.

Люди на Земле не объединены какой-то большой идеей. У каждого из нас свои идейки, они кажутся нам значительными, мы носимся с ними, как курица с яйцом, и не хотим понять, что где-то надо и поступиться ими ради других, где-то надо потерпеть, не выказывая своих эмоций, своего раздражения. Где-то надо научиться, что называется, ругаться по-доброму, уважительно разговаривать с человеком, аргументируя свою позицию, пытаясь найти компромисс, и так далее.

Я абсолютно уверен, что чем больше людей будет летать в космос, тем быстрее мы придём к пониманию того, что живём в ограниченном мирке, а пространство, которое у нас над головой, — оно безгранично. ^ _ ^

Сергей Рязанский, Герой Российской Федерации, лётчик-космонавт, первый в мире учёный — командир космического корабля. После окончания биологического факультета МГУ работал в Институте медико-биологических проблем РАН. Защитил диссертацию по теме «Особенности произвольных движений в условиях опорной разгрузки».



Количество полётов —
2



Длительность —
304 дня 23 часа
22 минуты



Число выходов в открытый космос —
4



Суммарная продолжительность выходов —
27 часов 39 минут

10 ключевых проектов по освоению космоса

Космос очень большой. И рассказывать о нём можно очень, очень долго. Мы решили собрать на одной странице ключевые проекты, в которых наша страна принимает активное участие.

1. Станция на Луне

Россия и Китай договорились построить на Луне общую научную станцию, запуск планируются начать уже в ближайшие годы. Одновременно разворачивается лунный проект NASA.

2. Мониторинг Марса

В августе — октябре следующего года начнётся второй этап российско-европейского проекта по исследованию поверхности и подповерхностного слоя Марса. Миссия ExoMars-2022 в числе прочего предполагает долговременный мониторинг климата и радиации на Марсе, а также поиск следов жизни.

3. Десант на Ганимед

Спутник Юпитера Ганимед, как и Марс, является кандидатом в пригодные для жизни космические объекты. Предполагается, что живые организмы могут обитать в океане под слоем льда. В России к 2026 году планируют создать комплексы «Лаплас-П1» и «Лаплас-П2»: один будет наблюдать за спутником с орбиты, второй высадится на поверхность, чтобы расплавить лёд и начать поиск бактерий.

4. Визит на Меркурий

В декабре 2025 года в составе европейско-японской миссии VeriColombo на поверхность Меркурия должен прибыть спектрометр, созданный российскими учёными. Аппарат будет регистрировать гамма-излучение и нейтроны, которые под действием космических лучей рождаются в грунте Меркурия.

5. Новая орбитальная станция

К 2028 году эксплуатацию МКС планируется завершить. Поэтому Россия будет строить собственную орбитальную станцию с функциями порта для малых космических аппаратов.

6. Увидеть космос в ультрафиолете

Международный проект «Спектр-УФ» может стать (после выработки ресурса американского телескопа «Хаббл») главным прибором для фундаментальных исследований в ультрафиолетовом и видимом диапазонах электромагнитного спектра. Запуск обсерватории запланирован на 2025 год с космодрома «Восточный».

7. Возвращаемая ракета

Специалисты Южно-Уральского государственного университета разрабатывают «Корону» — возвращаемую одноступенчатую ракету-носитель. Её можно будет использовать для освоения ближнего космоса и защиты Земли от космических объектов. Предполагается, что «Корона» сможет доставлять до семи тонн грузов. Первый запуск запланирован на 2028 год.

8. Бум космической биологии

Чтобы понять, насколько безопасно длительное пребывание в космосе живых организмов, а также изучить множество других вопросов биологии и медицины, российские учёные запустят в космос биологический спутник «Бион».

9. Поймать нейтрино

После запуска телескопа BAIKAL-GVD одним из перспективных направлений станет нейтринная астрономия. Информация, полученная через нейтрино (очень лёгкие незаряженные нейтральные частицы), даст возможность установить, что происходило во Вселенной миллиарды лет назад.

10. Интернет по всей планете

Из более приземлённых космических перспектив — сеть низкоорбитальных малых аппаратов, которая сделает интернет ещё более доступным. ^ _ ^



РОСАТОМ

Homo · Science

PROJECT

Медиаплощадка для опытных
и начинающих популяризаторов науки,
готовых говорить просто о сложном.

Приглашаем всех,
кто любит науку,
стать частью
научно-просветительского
комьюнити.

ЧИТАЙ, СМОТРИ И СЛУШАЙ
НОМО-SCIENCE.RU



ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОВЫЕ ВЫЗОВЫ



Кризис сырьевой экономики

Мы занимаем первое место в мире по разведанным запасам газа и никеля, в десятке лидеров — по запасам нефти, олова и урана, в тройке — по вольфраму и золоту. Российские недра сказочно богаты. Но эти ресурсы не бесконечны, их исчерпание без изменения структуры экономики может привести к отставанию.



Новые болезни

В мире происходит демографический переход: население стремительно стареет, а следовательно, больше болеет. Бактерии обретают устойчивость к антибиотикам, медицина не поспевает за новыми инфекциями — и за теми, о которых успели забыть. В 2021 году за примерами далеко ходить не нужно.



Проблемы с едой

Продовольственная безопасность — это когда в стране производят большую часть продуктов, которые в этой стране едят; все эти продукты есть в магазинах и стоят не очень дорого. Угрожать здесь могут и стихийные бедствия, и ошибки в организации сельского хозяйства, и инфекции, и многое другое.



Угроза природе

Разливы химикатов, разработка горных недр, строительство, пожары, распашка земель — человеческая деятельность разрушает окружающую среду. Российским экосистемам угрожают и внутренние антропогенные факторы, и то, что происходит в приграничных областях: так, строительство гидроэлектростанций в Монголии может обмелеть Байкал.

БЕЗОПАСНОСТИ: И УГРОЗЫ



Нехватка энергии

Человечеству нужно всё больше энергии. И при этом — свести к минимуму вред для природы. А ещё эта энергия должна поступать к нам бесперебойно и не слишком затратно для бюджета.



Социальные риски

Конечно, в XXI веке люди воюют меньше, чем в предыдущем столетии. Но это не значит, что мир стал беззлобным. Конфликты продолжают тлеть и могут проявиться как во внешнем противостоянии, так и во внутренней нестабильности.



Разрозненность территории

Семнадцать миллионов квадратных километров суши и ещё почти десять акватории — это вызов. Чтобы люди из всех регионов России могли свободно перемещаться по стране и получать посылки, нужно, чтобы строились дороги, ходили суда, летали самолёты. Нужны мосты, ледоколы, порты и паромы, навигационные спутники и беспилотники — словом, всё, что объединяет людей.



Угрозы, о которых мы ещё не знаем

Нобелевский лауреат Судзуми Тонегава говорил, что иммунитет — это такая система, которая всегда должна быть готова даже к тем угрозам, о которых она ничего не знает. Так и тут: люди живут, работают, двигают научно-технический прогресс, а что из этого получится, бог весть! Но готовиться к угрозам, даже неизвестным, всё-таки нужно, какой бы парадоксальной ни казалась задача.

Список вызовов составлен на основе «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».

Конец близок! Но это не точно



Апокалиптические сценарии, которые не сбылись

 Константин Рюмин 

Ничто не вечно. Руины городов, предания об исчезнувших царствах и народах издавна наводили людей на мысль, что и современная цивилизация когда-нибудь превратится в прах — а может быть, и цивилизация вообще. Сюжеты о конце света будоражили умы не только любителей страшилок, но и мудрейших людей своего времени. Мы собрали несколько апокалиптических сценариев, от древних до новейших, в неизбежность осуществления которых верили очень и очень многие.

СЦЕНАРИЙ ПЕРВЫЙ: АПОКАЛИПСИС РЕЛИГИОЗНЫЙ

Боги, духи, демоны — кто-то из них положит человечеству конец.

Большинству современных читателей страх уничтожения мира высшей сущностью или силой кажется скорее смешным, чем серьёзным. Даже религиозные люди считают конец света событием отдалённым, а не угрозой ближайшего



будущего. Катастрофический катаклизм 2012 года, предсказанный календарём майя, стал поводом для мемов и шуток. Но так было не всегда.

Долгое время религиозное представление об устройстве мира было основным и, как правило, единственным. В верности догм не сомневались даже самые образованные и авторитетные люди. А значит, и конец света — сюжет, общий для многих религий, — воспринимался как совершенно реальная угроза (или желанное событие). В средневековой Европе войны, эпидемии, кометы, солнечные затмения и даже наступление 1000 года после Рождества Христова вызывали у простого люда когда панику (грядёт второе пришествие и Страшный суд!), когда вспышки религиозного рвения (по тем же причинам). Да и среди власть имущих распространялась тревога — как в связи с близкой перспективой божьего суда, так и из-за предчувствия суда земного, ведь нередко новости о близящемся конце времён вызывали волнения и бунты. В неминуемом финале вину правителей-греховодников, а наиболее хитрые — политических оппонентов.

Однако столетия шли, роль религии в жизни общества падала — возможно, поэтому конец света пока не наступил.

СЦЕНАРИЙ ВТОРОЙ: АПОКАЛИПСИС ВОДНО-АСТРОЛОГИЧЕСКИЙ

По положению небесных тел можно предсказать будущее — и конечно, оно сулит глобальный катаклизм.

Астрология и астрономия долгое время были едва ли различимыми дисциплинами. Большинство средневековых астрономов были и астрологами — хотя бы ради заработка, ведь многие богатые и влиятельные люди готовы были заплатить большие деньги за личные гороскопы. Занимался астрологией и Иоганн Штёфлер, немецкий астроном и математик. В своих попытках разглядеть будущее в движении небесных светил он пришёл к выводу, что в 1524 году случится второй Всемирный потоп. Планеты сойдутся в созвездии Рыбы — верный признак того, что всё сущее погрузится под воду! Предсказание было опубликовано и получило горячую поддержку многих астрологов. Особенно серьёзно воспринял происходящее граф фон Иггельхайм — на собственные средства он соорудил трёхэтажный ковчег.

В урочный час с неба действительно пошёл дождь. Зеваки, окружившие ковчег, в панике ломанулись внутрь.



Фон Иггельхайм и множество других погибли в давке и борьбе за место. Дождь, однако, прошёл, потопа не случилось. Не желая мириться с коварством мироздания, которое вначале посылает знаки, а потом не берёт на себя ответственность, Штёфлер пересчитал дату потопа и заявил, что он произойдёт — теперь уже наверняка — в 1528 году. Но репутация предсказателя была необратимо подмочена.

СЦЕНАРИЙ 3: АПОКАЛИПСИС ТОКСИЧНО-АСТРОНОМИЧЕСКИЙ

Земля пройдёт через хвост кометы, в котором найден ядовитый газ. И выйдет оттуда безжизненной планетой.

Как уже говорилось, к кометам люди всегда относились с предубеждением и опаской. Однако появление знаменитой кометы Галлея в 1910 году было воспринято не просто как дурное знамение. Вооружённые новым методом анализа — спектроскопией, — учёные впервые смогли проанализировать химический состав приближающегося небесного тела. Помимо прочего, в её хвосте был обнаружен циан — ядовитый газ, опасный даже в малых концентрациях. Французский астроном Камиль Фламарион предположил, что прохождение Земли через хвост кометы может привести к попаданию этого газа в атмосферу и гибели всего живого. Многочисленные оппоненты Фламариона пытались доказать общественности, что газ в хвосте кометы очень и очень разрежен, поэтому в атмосферу не может попасть сколь угодно опасное количество циана. Тем не менее нашлось немало паникёров — и бизнесменов, готовых нажиться на продаже «противогазовых» масок (до изобретения настоящего противогаза Н. Д. Зелинским оставалось ещё пять лет) и других «антикометных» средств. Когда Земля наконец прошла через хвост кометы, учёные проанализировали состав атмосферы и не нашли никаких изменений.

СЦЕНАРИЙ 4: АПОКАЛИПСИС ДЫМНО-ЗИМНИЙ

Супервулканы, горящая нефть или ядерная война поднимут в стратосферу чудовищное количество пепла, и в его тени Земля остынет настолько, что цивилизация прекратит своё существование.

1816 год был назван современниками «годом без лета». Необычайно низкие температуры привели к массовому неурожаю и голоду на всех континентах. Причиной аномальной погоды, скорее всего, стало произошедшее в 1815 году извержение вулкана Тамбора — сильнейшее за последние 500 лет. Выброшенный в стратосферу пепел отражал солнечные лучи, в результате чего на всей планете понизилась температура.

В 1945 году человечество создало устройство, способное произвести взрыв, сопоставимый с мощнейшими извержениями вулканов, — атомную бомбу. Вскоре СССР и США располагали тысячами ядерных и термоядерных боеголовок. Учёные по обе стороны железного занавеса просчитывали, насколько разрушительной будет полномасштабная ядерная война.

Одна из таких групп, известная как TTAPS (в её состав входил небезызвестный астроном и популяризатор науки Карл Саган), для расчёта последствий использовала смелый для тех времён метод — компьютерную симуляцию. В 1983 году группа представила выводы, согласно которым даже односторонний атомный удар приведёт к «ядерной зиме»



(разработанная Карлом Саганом и Георгием Голицыным теория охлаждения Земли в результате выброса большого количества пепла от ядерных взрывов). Дальше — голод и социальный коллапс даже в регионах, не попавших непосредственно под бомбардировку и облака радиоактивной пыли.

Атомной войны, к счастью, не случилось, но модель нашла ещё одно применение. В 1991 году войска США и их союзников выбили армию Ирака из Кувейта. Отступая, иракцы подожгли сотни нефтяных скважин и заминировали подходы к ним. Нефть горела несколько месяцев, выбрасывая в атмосферу огромное количество сажи. Карл Саган на телевидении заявил, что, по его расчётам, такой пожар может вызвать ещё один «год без лета». Однако заметное понижение температуры было зафиксировано лишь в прилегающих к Кувейту регионах, а сажа и пепел так и не достигли стратосферы. С тех пор немало учёных создали свои модели ядерной зимы, но вероятность её наступления в случае войны по-прежнему вопрос дискуссионный. Будем надеяться, что до практической проверки дело не дойдёт.

СЦЕНАРИЙ 5: АПОКАЛИПСИС КОМПЬЮТЕРНО-КАЛЕНДАРНЫЙ

Экономия места для записи даты в компьютерах приведёт к массовым сбоям при наступлении нового тысячелетия. Зависимое от ИТ человечество будет повергнуто в хаос.

Конец цивилизации в результате ядерной катастрофы был на уме у сотен миллионов человек во всём мире. Когда холодная война закончилась, человечество вздохнуло с облегчением, однако вскоре на горизонте замаячила новая, куда менее явная угроза. Подходило к концу второе тысячелетие с Рождества Христова, но на сей раз беспокойство было связано не с религиозными переживаниями.

Тревогу вызывали компьютеры, которые к этому времени проникли во все сферы жизни. Они стояли на заводах, электростанциях, кораблях и самолётах, их использовали чиновники, бизнесмены, военные. И именно поэтому 2000 год

воспринимался не только как вежа в истории и праздник, но и как угроза.

Дело в том, что запись даты в компьютере, как правило, включала не четыре, а две (последние) цифры года: 1 января 1950 года представлялось как «01.01.50». Каждое 1 января это число увеличивалось на 1, и компьютер исправно считал время. Но что произойдёт, когда 1999 год подойдёт к концу? 99 увеличится на 1 и станет... 100? Или 00, если, дойдя до максимума, счётчик начнёт с начала? Как разные контролируемые системы отреагируют на резкий временной скачок?

Сбой в работе всех компьютеризированных отраслей, распад всемирной логистики, хаос и неразбериха по всему земному шару — последствия этой проблемы, названной Y2K (Y — year, 2K — 2000), казались очень серьёзными. Высказывались даже предположения, что сбой систем, контролируемых ядерные арсеналы, может быть воспринят автоматикой или военными как хакерская атака и спровоцировать ядерную войну. И это были не просто разговоры — правительства многих стран выделили громадные средства, чтобы модернизировать программы и компьютеры. Y2K обсуждали ведущие специалисты в компьютерной отрасли, для борьбы с грядущей напастью создавались государственные комиссии и международные центры кооперации. В общем и целом на предотвращение и уменьшение негативных последствий Y2K было потрачено около 300 миллиардов долларов — Большой адронный коллайдер обошёлся правительствам в 60 раз дешевле.

Когда наступил 2000 год, не произошло почти никаких инцидентов, а те, что были, не привели к сколько-нибудь значительному ущербу. Причём всё прошло гладко даже в странах, не приложивших никаких усилий для предотвращения Y2K. Тут-то все и вспомнили статьи и исследования, авторы которых утверждали, что большинство программ не опирается на даты, и менее всего в дате важен год, а значит, баг в его записи ни к какой катастрофе не приведёт. Но вложенные деньги уже не вернуть, и человечество двинулось в третье тысячелетие, не отягощая себя размышлениями о том, что случилось бы, если б к Y2K не готовились.

ПОСЛЕСЛОВИЕ

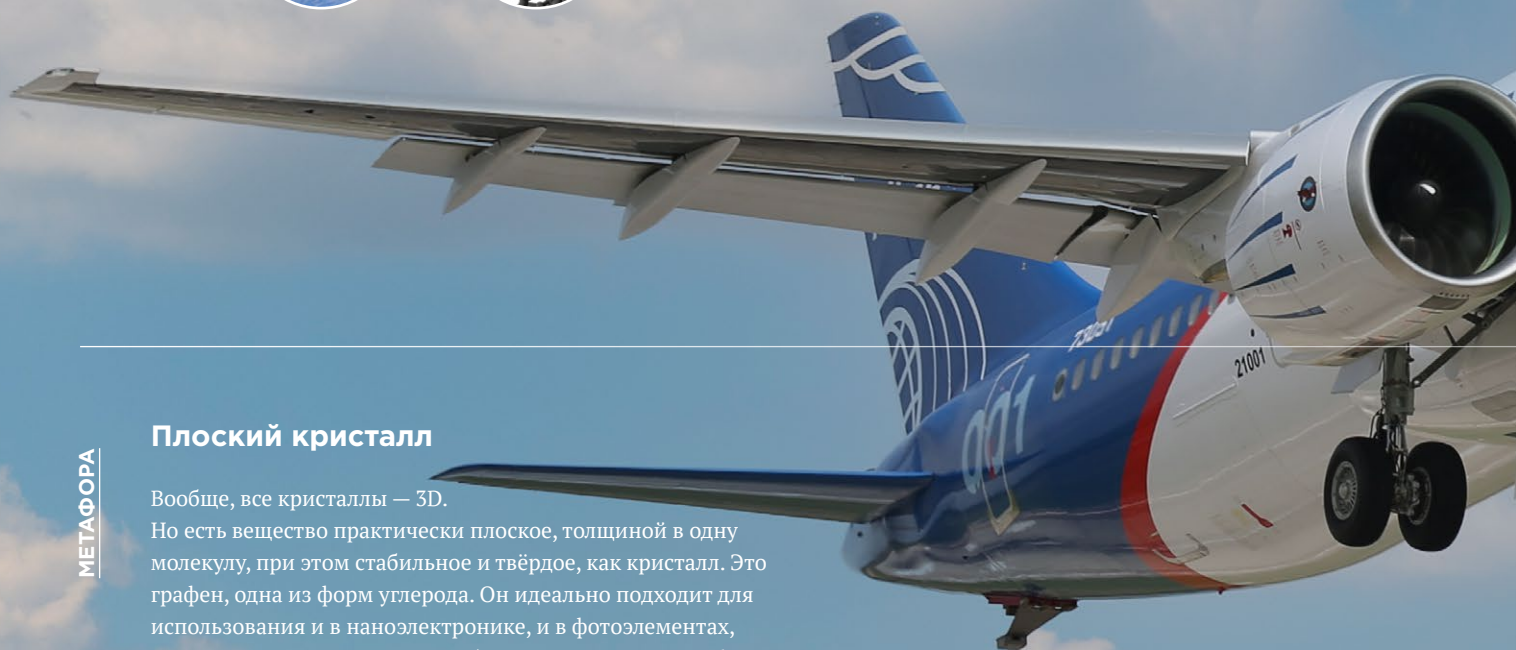
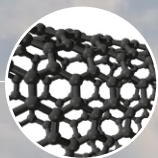
Страшное притягивает. И нет ничего удивительного в том, что история человечества, столь богатая на трагедии и катаклизмы, наводит на мысли о катастрофе такого масштаба, после которой закончится всё. Кого-то это пугает и деморализует — зачем жить, если в конце концов от тебя, твоих трудов и потомков не останется ровным счётом ничего? Кого-то мысль о финале театрального представления, в котором все мы актёры, завораживает. Впрочем, немало идеологий и религий обещают новый, а часто и лучший мир после разрушения старого, будь то царствие небесное после второго пришествия или перерождение мира после апокалипсиса в скандинавской и мезоамериканской мифологии.

Вокруг идеи о конце света нередко формировались целые культы, приверженцы которых жаждали встретить сообщца — а иногда и приблизить — знаменательное событие. Такие сообщества не редкость и в новейшей истории, некоторые из них приобрели широкую известность. Взять, например, американскую секту, члены которой верили, что пришельцы спасут их от надвигающегося Всемирного потопа, — эта история легла в основу классической работы Леона Фестингера про когнитивный диссонанс. После того как в назначенный день не случилось ни потопа, ни инопланетян, люди ещё сильнее уверовали в истинность своих представлений, так как при серьёзных духовных и материальных вложениях в культ идти на попятную оказалось психологически невозможно. Были в XX веке и гораздо более мрачные примеры, когда религиозные организации, позиционировавшие конец света как избавление от тягот земной жизни или высший суд над погрязшим в пороках человечеством, пытались спровоцировать апокалипсис. Раз вы читаете эту статью, значит, им это не удалось, но крови было пролито немало.

Будущее и сегодня представляется неясным и тревожным. Истощение ресурсов, глобальное потепление и экологический коллапс заставляют задуматься, сдвинет ли человечество дальше. Многие авторитетные источники дают пессимистичные прогнозы, а принимаемые меры, кажется, не могут переломить негативные тренды. Но стоит помнить, что даже наиболее проницательные предсказатели и аналитики часто ошибаются, а паника и отчаяние всегда оказываются контрпродуктивными. ^_^



НОВЫЕ ПРОИЗВОСТВА ТЕХНОЛОГИИ И



МЕТАФОРА

Плоский кристалл

Вообще, все кристаллы — 3D.

Но есть вещество практически плоское, толщиной в одну молекулу, при этом стабильное и твёрдое, как кристалл. Это графен, одна из форм углерода. Он идеально подходит для использования и в нанoeлектронике, и в фотоэлементах, и в новых материалах: даже небольшое количество графена делает обычную краску проводимой — можно нагревать стены.

ВОПРОС

Был каменный век, был железный, век полимеров...
А XXI век — какой он?

- A. Кремниевый (из-за электроники).
- B. Углеродный (из-за углеродных наноматериалов).
- C. Биоматериалов (из-за биомолекул, из которых учёные создают новые материалы и даже печатают органы).
- D. Другой вариант.

Правильный ответ пока
неизвестен

ОТЧЕСТВЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ



ПРОРЫВ

Крыло самолёта MC-21 сделано из новых композитных материалов

Компания UMATEX (Росатом) в 2021 году организовала полный цикл производства высокопрочных углеродных волокон.



Кафедра химической технологии и новых материалов химфака МГУ им. М.В. Ломоносова и группа компаний «Унихимтек» создали композитный материал для крыльев самолёта.



- Иркутский авиастроительный завод собрал самолёт MC-21 на основе отечественных компонентов.

Магнетизм XXI века

Делаем сэндвичи, которые приведут к цифровой революции

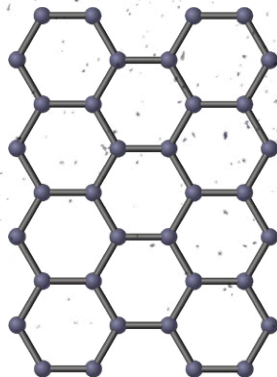
Газовая горелка, очки, кислородный баллон — чувствую себя сварщиком. Но на самом деле работаю на переднем крае науки. Я, студент химического факультета МГУ, участвую в поисках магнитных 2D-материалов, которые в будущем перевернут привычный нам мир электроники. Создать магнит толщиной в несколько атомов казалось совершенно невыполнимой задачей. Но несколько лет назад у учёных стало получаться.

✍ Александр Каниболоцкий ^

Шарики большие и малые

«Атом состоит из ядра и электронной оболочки...» — неслось по классу и, отражаясь от стены, достигало последней парты. Двоечник Вася не слушал учителя — он вертел в руках магнитные шарики. Почему они притягиваются друг к другу? Неужто симпатию испытывают?

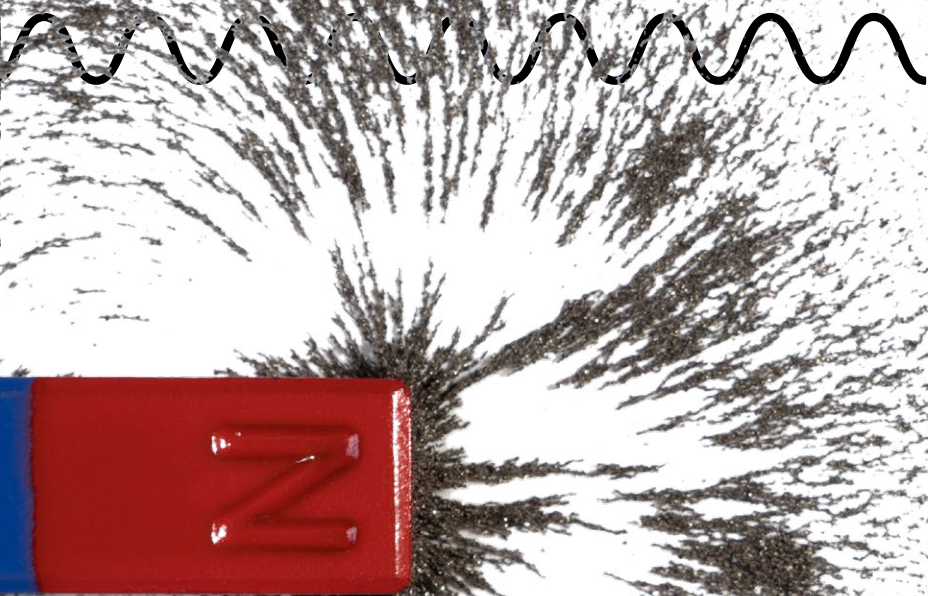
Именно! Магниты симпатизируют друг другу, причём иногда сильнее, чем люди. Дело в том, что почти в любом материале есть частицы,



Молекула графена — вещества, за открытие которого Андрей Гейм и Константин Новосёлов получили Нобелевскую премию

которые состоят из положительного ядра и вращающихся вокруг него отрицательных электронов. Если заряженный объект движется, он создаёт магнитное поле. Тела, обладающие им, притягиваются или отталкиваются друг от друга. Как привлекают внимание красивые люди, так и магниты притягивают к себе, например, гвозди.

Но, как известно из практики, далеко не все тела чувствительны к обаянию магнита. От чего это зависит?



Секреты притягательности

Любой кусочек вещества состоит из огромного количества атомов. Например, в ста граммах железа их содержится более тысячи секстиллионов (число с 23 нулями). Магнитные способности атома зависят от электронов. В одних веществах, диамагнетиках, электроны вращаются так, что создаваемые ими магнитные поля гасят друг друга, и суммарное поле становится нулевым. То есть вещество не притягивается к магниту, как, например, поваренная

соль. Представьте, что у вас есть два лучших друга. Один зовёт в музей, другой — в поход. Вы не можете никому отказать и поэтому остаётесь дома. Так же и с веществом, когда магнитные поля атомов направлены хаотично. Есть парамагнетики — например, алюминий. Сами по себе такие вещества тоже не имеют поля, но стоит поднести к ним сильный магнит, как все их электроны выстроятся в ряд и «намагнитятся». Словно школьники, которые носят на перемене как угорелые, а услышав звонок, аккуратно встают вдоль линии парт.

И наконец ферромагнетики — вещества, в состав которых, как правило, входит железо, никель или кобальт. У этих соединений электроны сами по себе вращаются в одну сторону, создавая стабильное магнитное поле. Впрочем, так ли уж оно стабильно?

Как убить магнит

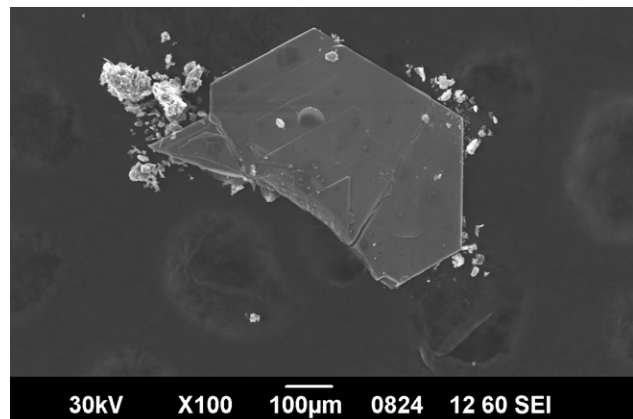
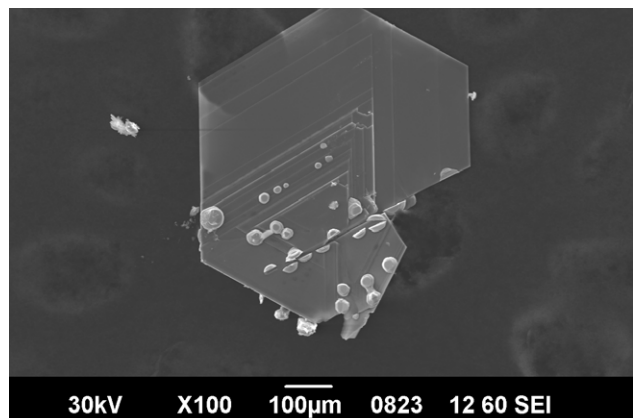
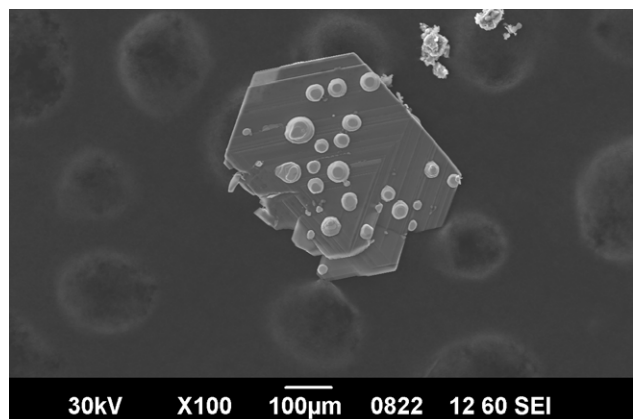
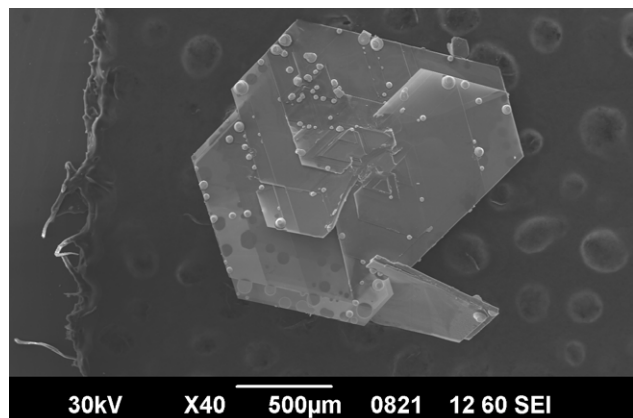
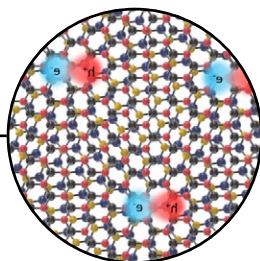
Для любого ферромагнитного вещества существует так называемая точка Кюри — температура, выше которой магнитные свойства пропадают. Чем горячее, тем более хаотичным становится движение электронов, у вещества как бы не хватает сил, чтобы удерживать их в одном направлении. Из-за этой неразберихи и пропадают магнитные свойства. Но не только высокая температура убивает магнетизм. Такой же эффект оказывает миниатюризация — к огромному сожалению для человечества, которое на протяжении последних 70 лет всё уменьшало и уменьшало габариты техники. Вспомните фото первых компьютеров, занимавших не один зал, или размеры первых мобильных! Но, в отличие от электроники, сделать крошечный магнит до недавнего времени не получалось.

Александр Каниболоцкий, студент-химик в роли 2D-сварщика



Краткая биография 2D-магнитов

Она действительно очень краткая. Долгое время учёные даже не пытались создавать двухмерные магниты, так как их существование вроде бы противоречило теореме Мермина – Вагнера и другим теоретическим построениям. Первые попытки обойти запреты природы были предприняты в 70-х годах XX века. Получалось так себе, да и энтузиазма особого не было. Перелом произошёл после того, как с помощью канцелярского скотча был открыт графен. Это вдохновляло. Появились двухмерные полупроводники, двухмерные сверхпроводники, двухмерные изоляторы. Не хватало только 2D-магнита. Среди учёных, которые искали эту сакральную штуку, были Пабло Харильо-Эрреро из Массачусетского технологического института и Сяодун Суй из Вашингтонского университета в Сиэтле. Долгое время они работали отдельно, но в 2016 году решили объединить усилия. И вот 7 июня 2017 года в журнале *Nature* вышла первая публикация, в которой описывался двухмерный магнит на основе вещества, состоящего из трёх атомов йода и одного атома хрома CrI_3 . С этого момента и начинается история 2D-магнитов.



В 2004 году Андрей Гейм и Константин Новосёлов получили первый в мире 2D-материал — графен, соединённые друг с другом шестиугольники из углерода. Принципиальной особенностью нового класса соединений была его толщина — от одного до нескольких атомов. Графен открыл путь к созданию материалов, обладающих длиной и шириной в отсутствие видимой толщины. Однако лишь в 2017 году было создано первое 2D-соединение с магнитными свойствами. Дело в том, что если мы возьмём любое обычное ферромагнитное вещество и начнём уменьшать его толщину, то, когда останется несколько атомов, магнетизм исчезнет. В столь тонких структурах электроны не могут удерживать строй и начинают двигаться хаотично.

Флешка толщиной в атом

Для чего же могут понадобиться магнитные материалы толщиной в несколько атомов? Например, для хранения информации.

Изображение кристалла FeAl_2S_4 , полученное на электронном микроскопе. Сделано на химическом факультете МГУ. Не исключено, что мы создали 2D-магнит!

Возьмём привычный жёсткий диск — он сделан из ферромагнитного материала, над ним проходит головка, подающая ток. Ток меняет магнитное поле на участке диска. Считывая направление магнитного поля в каждой точке, компьютер расшифровывает информацию, записанную на носителе.

При этом, как мы знаем, чуть ли не с момента появления компьютеров их развитие происходило под лозунгом «Больше информации — меньше места». Первый жёсткий диск весил около тонны и вмещал всего несколько мегабайт информации. Объём современных флешек — более миллиона мегабайт. 2D-магниты потенциально могут обеспечить не менее революционный скачок.

А ещё подобные соединения необходимы в спинтронике — разделе квантовой электроники, который изучает направление вращения отдельного электрона. Сейчас пытаются разработать технологию, благодаря которой информация будет считываться с каждого отдельного атома в зависимости от направления вращения электронов. Это многократно увеличит производительность компьютеров. Магнитные 2D-материалы открыты и активно изучаются. Осталось получить соединение, которое подходит для промышленного использования. Направление поиска, кстати, уже понятно.

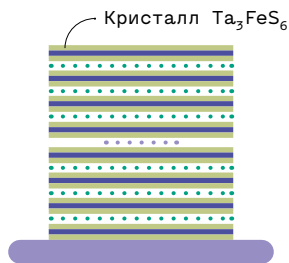
Берём и делаем

Одно из таких соединений имеет формулу FeAl_2S_4 и похоже на сэндвич. Сначала идёт слой атомов железа, сверху и снизу обрамлённых серой, — это наша начинка. Тостами выступают атомы алюминия опять же в обрамлении серы. В веществе эти сэндвичи лежат друг на друге слоями.

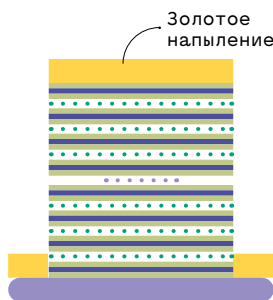
Понятно, что связь между начинкой и хлебом гораздо прочнее, чем между двумя тостами. Именно эта особенность и позволяет оторвать слой толщиной в один сэндвич — примерно 12 нанометров, миллионные доли сантиметра, — от всего вещества. Делается это с помощью скотча (да-да, технология пошла в массы). Сначала на поверхность напыляют тонкое золотое покрытие, затем к нему приклеивают скотч и резко дёргают. На скотче остаётся несколько слоёв вещества на золотой подложке. Получить такое соединение вполне реально — собственно, этим и занимается наша лаборатория направленного неорганического синтеза на химфаке МГУ. Итак, поехали! Берём порошки железа, алюминия и серы,



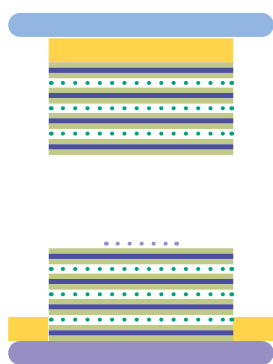
1. Монокристалл приклеен к клейкой ленте



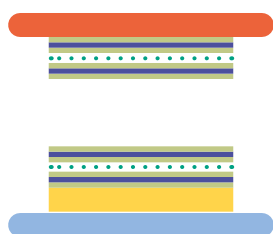
2. Напыление золотой плёнки



3. Изолирование золотой плёнки



4. Удаление лишнего материала



взвешиваем их в нужном количестве и помещаем в ампулу из кварцевого стекла. Из ампулы откачиваем воздух и запаиваем (чтобы кислород не окислил вещества). После этого несколько раз помещаем ампулу на неделю в печь при 900 °С.

После второго обжига образуется нужное вещество, но пока оно состоит из мелкого порошка — 2D-слой из него не получишь. Сначала придётся синтезировать кристаллы, и проще всего сделать это в растворе. Вещество в избытке растворяют в горячей воде, и при остывании на его поверхности вырастают кристаллы. Но наше соединение боится воды: она его разрушает. Значит, будем выращивать кристаллы из пара.

Вещество снова помещаем в ампулу, но теперь добавляем туда порошок йода. Кладём всё это в градиентную печь, которая может сделать один конец ампулы более горячим, а другой — холодным. Йод реагирует с нашими компонентами и при нагревании превращается в пар, который циркулирует из горячей зоны в холодную и оседает на стенках. Таким образом медленно, в течение недели, вырастают маленькие красивые кристаллы.

...И вот я уже похож не на сварщика, а на настоящего учёного — смотрю в микроскоп. А там кристаллики, маленькие, серенькие и все правильной шестиугольной формы, как будто из учебника по геометрии. Эти фигурки могут изменить нашу жизнь уже в ближайшие десятилетия. И да, приятно осознавать, что я буду иметь к этому отношение! ^_^

В своём ящике я привык к четырёхмерной жизни. Три измерения пространства плюс время. Слушая разговоры умных физиков за пределами ящика, узнал, что Вселенная может иметь куда больше измерений: одна теория струн чего стоит! Но для простоты восприятия на страницах журнала я выступаю в двухмерном состоянии. Конечно, не очень комфортно, но уже привык. И потому статья о 2D-магнитах служит для меня источником как минимум утешения, а как максимум — вдохновения. Чего и вам желаю!



Физика макарон

Почему
человек не может
разломить
спагетти надвое

«Это кто сказал, что не может? Я вот только вчера пасту карбонара делал, ломались как обычно...»

 Никита Шевцев 

Главный редактор издания
«Популярный университет»,
научный журналист, химик.
Специально для «КШ»

Ну, во-первых, повара советуют варить спагетти целиком, а во-вторых, попробуйте-ка сейчас взять одну макаронину и согнуть ее так, чтобы она сломалась. Бьемся об заклад, обломков получилось три, а то и больше

Традиционные итальянские макароны кажутся довольно простым объектом для физических исследований — что может быть интересного в тонком цилиндре с ограниченной гибкостью? Но тогда почему, вопреки всем ожиданиям, они не ломаются на две части? Учёные долго разбирались и наконец выяснили, в чём тут дело. Более того, они сконструировали машину, которая ломает макароны точно пополам. Это было непросто.

Первым проблему спагетти поставил не кто-нибудь, а Ричард Фейнман — лауреат Нобелевской премии по физике, один из создателей квантовой электродинамики. Он сам много раз проделал этот нехитрый опыт: брал макаронину за два конца и гнул, пока не сломается. Обломков было три, четыре, пять — но никак не два! Для Фейнмана это осталось загадкой.

Приблизиться к разгадке удалось лишь в 2005 году. Тогда французские физики создали компьютерную модель спагетти и описали все силы, которые действуют на макароны при возникновении в них внутреннего напряжения. В 2006 году авторы модели были удостоены Шнобелевской премии — награды, вручаемой за исследования, которые «сначала заставляют смеяться, а затем задуматься». Учёные обнаружили, что при сгибании макаронины равномерно с обоих концов она ломается в месте наибольшей концентрации напряжений — прямо посередине. Но в результате этого возникает волна деформации и вибрации, которая изгибает следующий участок, ломая и его тоже. Вот почему трубочка распадается не на две части, а на три или даже больше. При этом длина макарон значения не имеет. И что, скажете вы, нет никакого способа обойти препятствие

и разломить-таки спагетти надвое? Французские учёные больше не публиковали работ по этой теме — она продолжала будоражить умы и ждала своего исследователя.

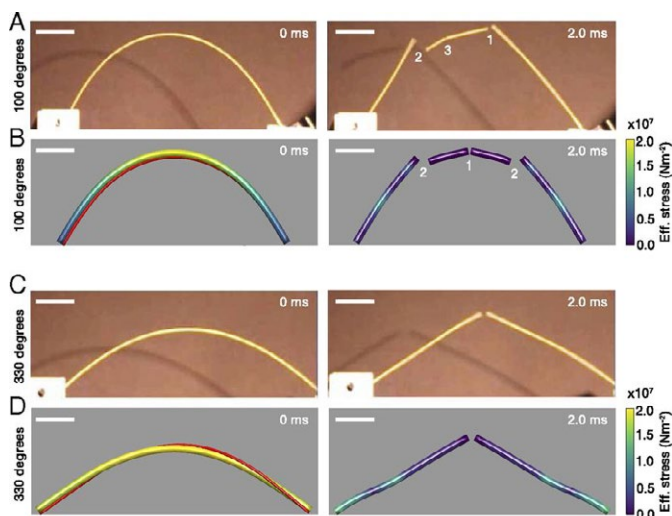
Наконец в 2015 году за дело взялись студенты Массачусетского технологического института со своим преподавателем. Они показали, что при сильном скручивании обоих концов макаронину всё же можно разломить не просто надвое, но даже пополам. Впрочем, физического опыта, проведённого вручную, было недостаточно — какой уважающий себя учёный будет полагаться на собственные руки, которые не могут ни определить создаваемое ими усилие, ни зарегистрировать вибрации спагетти?

Американские студенты сделали машину, которая ломала спагетти в строго контролируемых условиях. Прибор скручивал концы трубочки под нужными углами и сводил их, чтобы сломать макаронину. Каждый опыт учёные записывали на камеру с высокой скоростью съёмки, а затем составили математическую модель, описывающую деформации, возникающие при скручивании ломающихся спагетти.

Итак, физики доказали, что спагетти можно сломать пополам, если скрутить их концы почти на 360° вдоль параллельной стержню оси. Но было непонятно, почему скручивание так меняет поведение макарон.



● Хотите ещё пикантных подробностей? Читайте исследование: Ronald H. Heisser et al. Controlling fracture cascades through twisting and quenching. PNAS, Aug 2018, 115 (35)



те ставили эксперимент в рабочее время. Однако у этой работы есть чёткое прикладное значение: она способствует пониманию процессов деформации и разрушения стержневых структур и волоконных материалов.

Вокруг нас много объектов, имеющих форму стержня. Это не только нанотрубки, которые находят сейчас всё более широкое применение, но и различные твёрдые материалы, состоящие из волокон, и даже клеточные структуры — микротрубочки. Исследование деформаций в этих материалах поможет специалистам использовать их более эффективно и создавать на их основе новые структуры с необходимыми свойствами. ^ _ ^

Опираясь на теорию деформационной волны, предложенную ранее французскими коллегами, американцы провели компьютерный анализ, который показал, что скручивание частично гасит возникающую после надлома спагетти волну и создающихся напряжений становится недостаточно для дальнейшего разрушения трубочки. Кроме того, после разрыва скрученные половины спагетти «разматываются» до первоначального состояния, в результате чего высвобождается часть энергии, которая в противном случае пошла бы на создание колебаний и вибраций в стержне. Моделирование показало, что макароны достаточно скрутить всего на 270°, и можно будет сломать их пополам! Может показаться, что исследование это шуточное и начальство этих физиков не обрадуется, если узнает, что

По просьбе редакции я проверил основной тезис статьи. Провёл не один эксперимент. Вы не поверите: в ряде случаев объект исследования ломался ровно на две части. То ли дело в инновационных российских технологиях производства макарон, то ли моя квантовая сущность повлияла. Не знаю... Продолжаю опыты.

Заглянуть ВНУТРЬ Материала

Нет, это не картины художников-абстракционистов. Это структуры материалов, снятые с помощью приборов

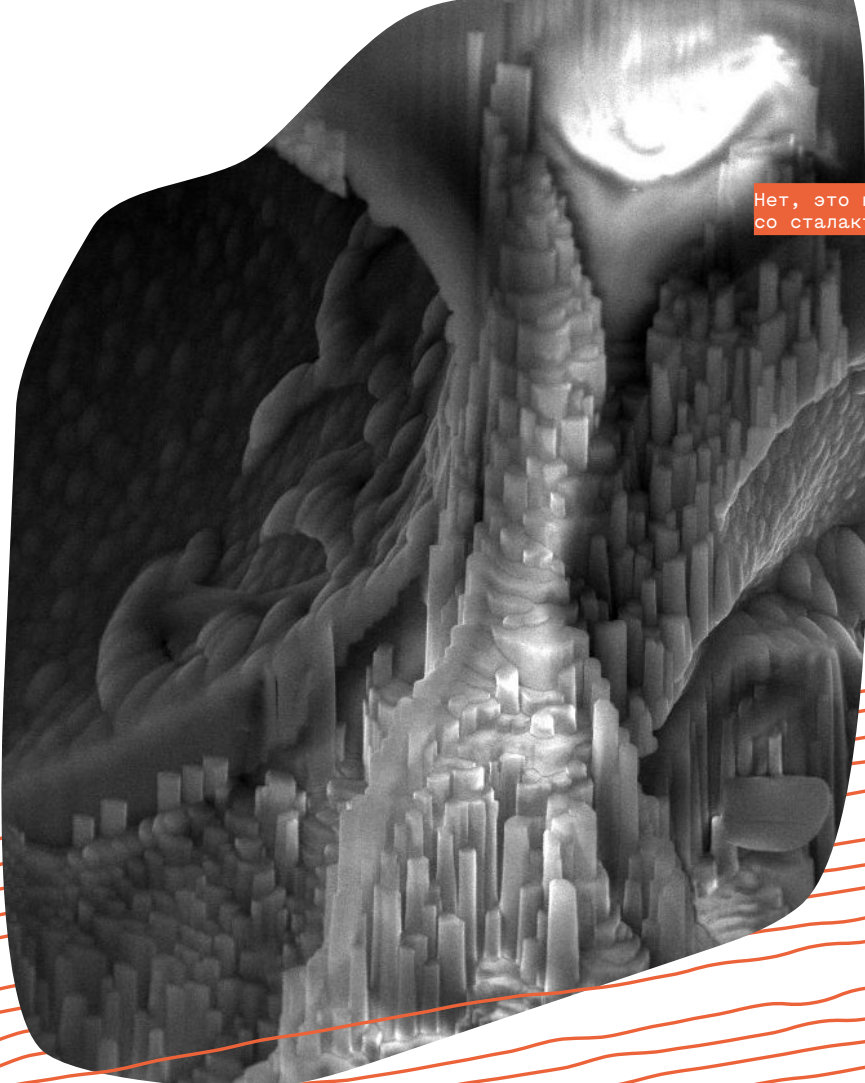
Автор фото — НИЦ «Курчатовский институт». Работы были представлены на выставке «Наука — это красиво», организаторы — Политехнический музей и НИЦ «Курчатовский институт»

«Наука — это красиво». Так называлась выставка, которую проводили этим летом на ВДХ Политехнический музей и НИЦ «Курчатовский институт». Все представленные на ней изображения были сделаны учёными непосредственно в лабораториях. И поскольку далеко не все успели выставку посетить, мы публикуем в журнале часть работ из раздела «Тайны материалов». Советуем сначала посмотреть на картинку и подумать, что она вам напоминает, а уже потом читать подпись, где объясняется, что это на самом деле.



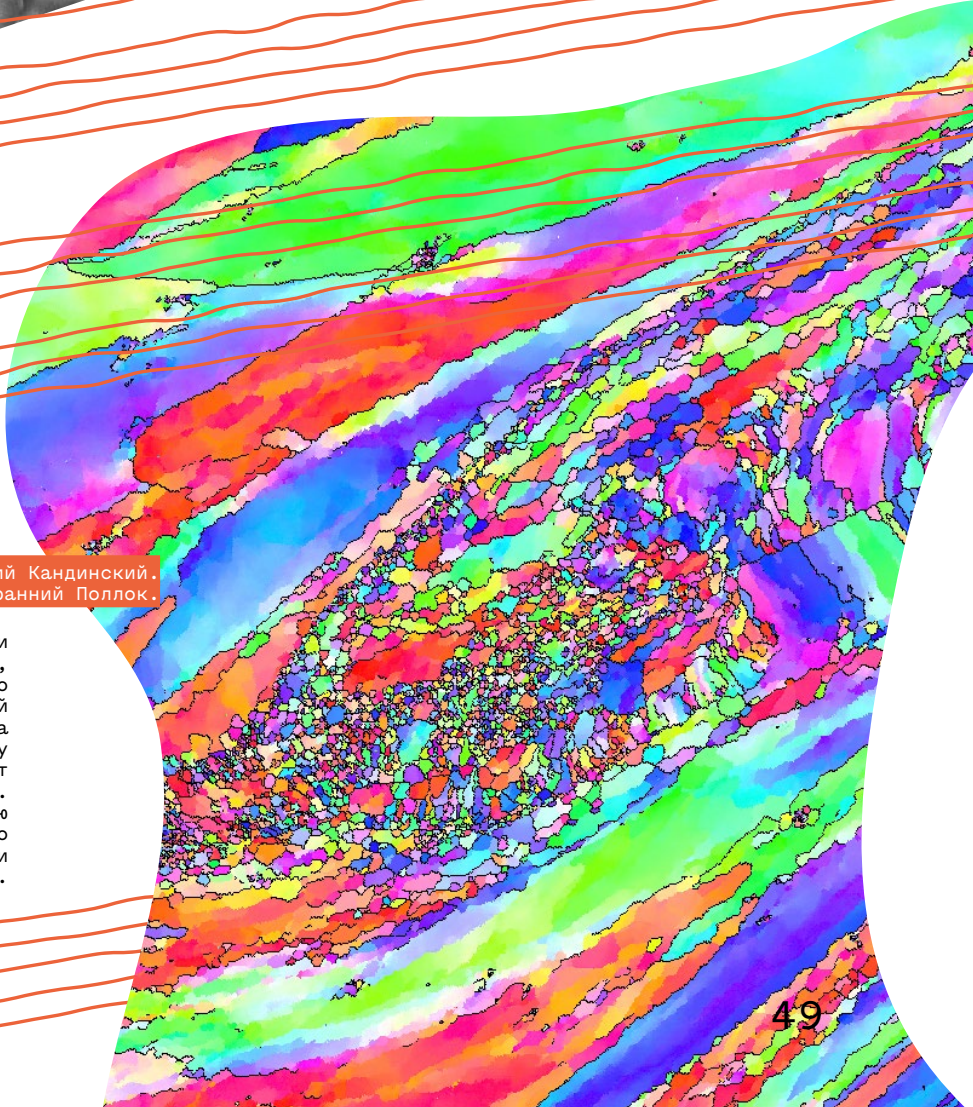
Нет, это не драгоценные камни на столе у ювелира.

Это кристаллы белка, выращенные на МКС в невесомости. Выращивание, а затем просвечивание кристаллов рентгеновскими лучами помогло учёным определить структуру многих органических веществ — от ДНК до белков. Но вырастить идеальный кристалл на Земле сложно: сила тяжести не даёт молекулам равномерно встраиваться в растущий кристалл.



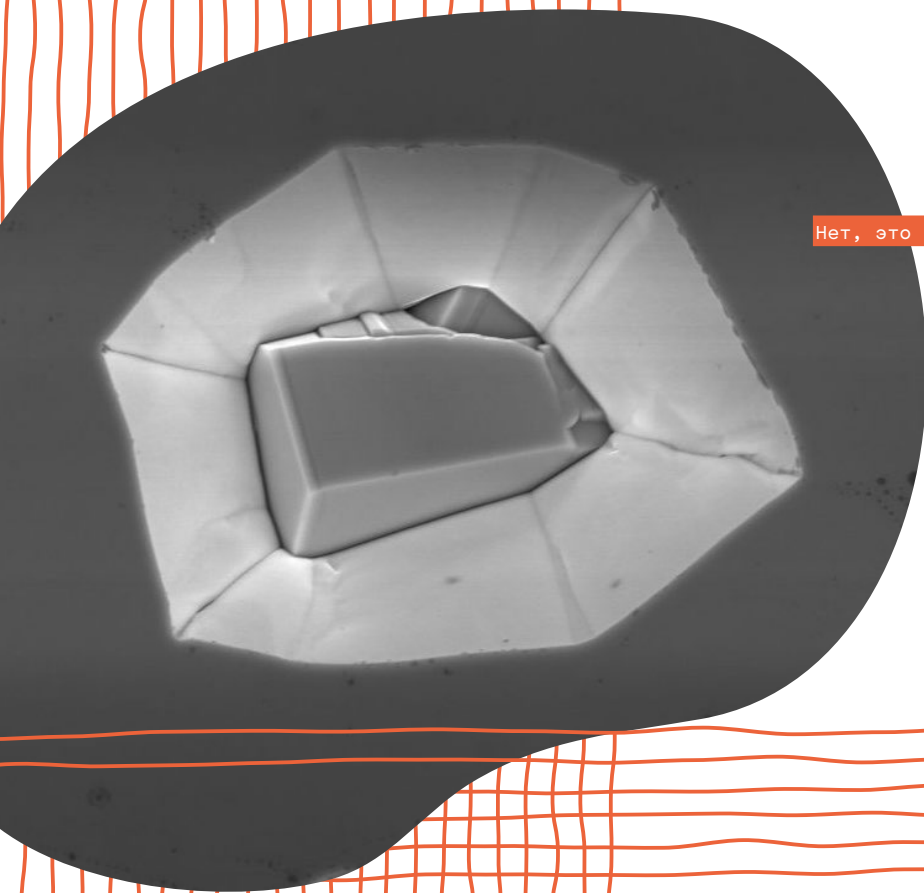
Нет, это не горная пещера со сталактитами и сталагмитами.

Это новый алюминиевый сплав. Везде, где требуется максимальная лёгкость в сочетании с доступной ценой, используют алюминий. А там, где за разумную цену нужна наибольшая прочность, применяется сталь. Специалисты Центрального НИИ конструкционных материалов «Прометей» и НИЦ «Курчатовский институт» разработали прочный и недорогой биметалл «сталь-алюминий» для строительства кораблей.



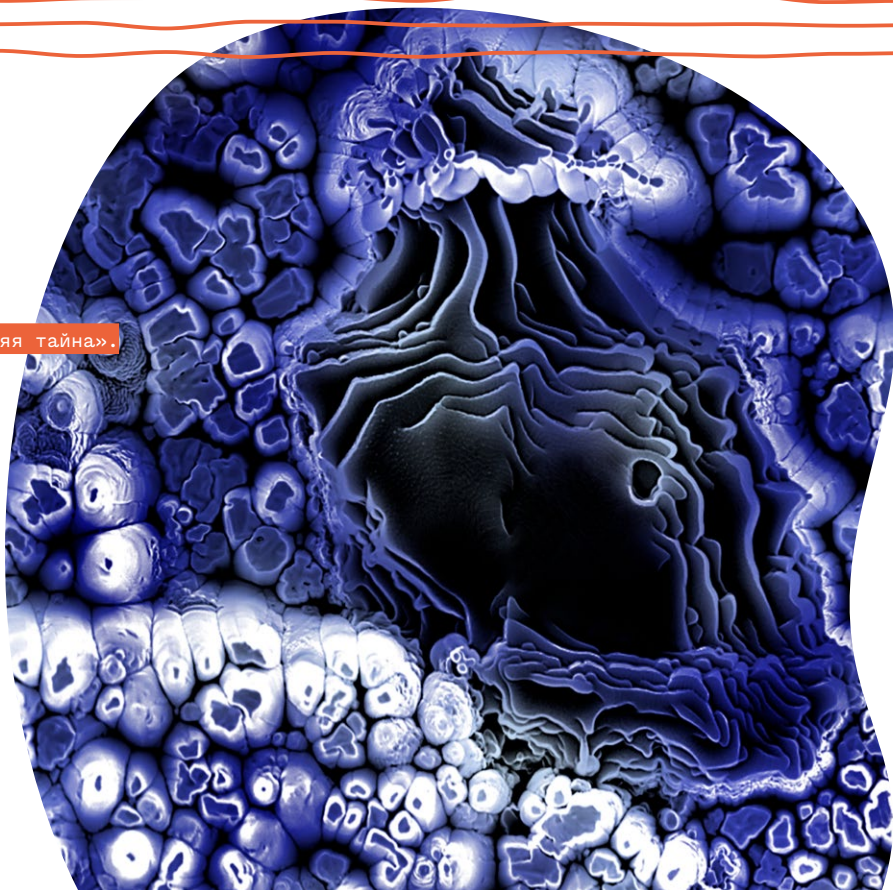
Нет, это не поздний Кандинский. И не ранний Поллок.

Это структура металла. Свойства стали зависят не только от её состава, но и от структуры. Изменить её можно с помощью механической и температурной обработки металла. Ковка и закалка вносят в кристаллическую структуру стали множество дефектов – и меняют свойства так, как нужно людям. На снимке, полученном с помощью электронного микроскопа, показано изменение структуры азотистой стали после подобных воздействий.



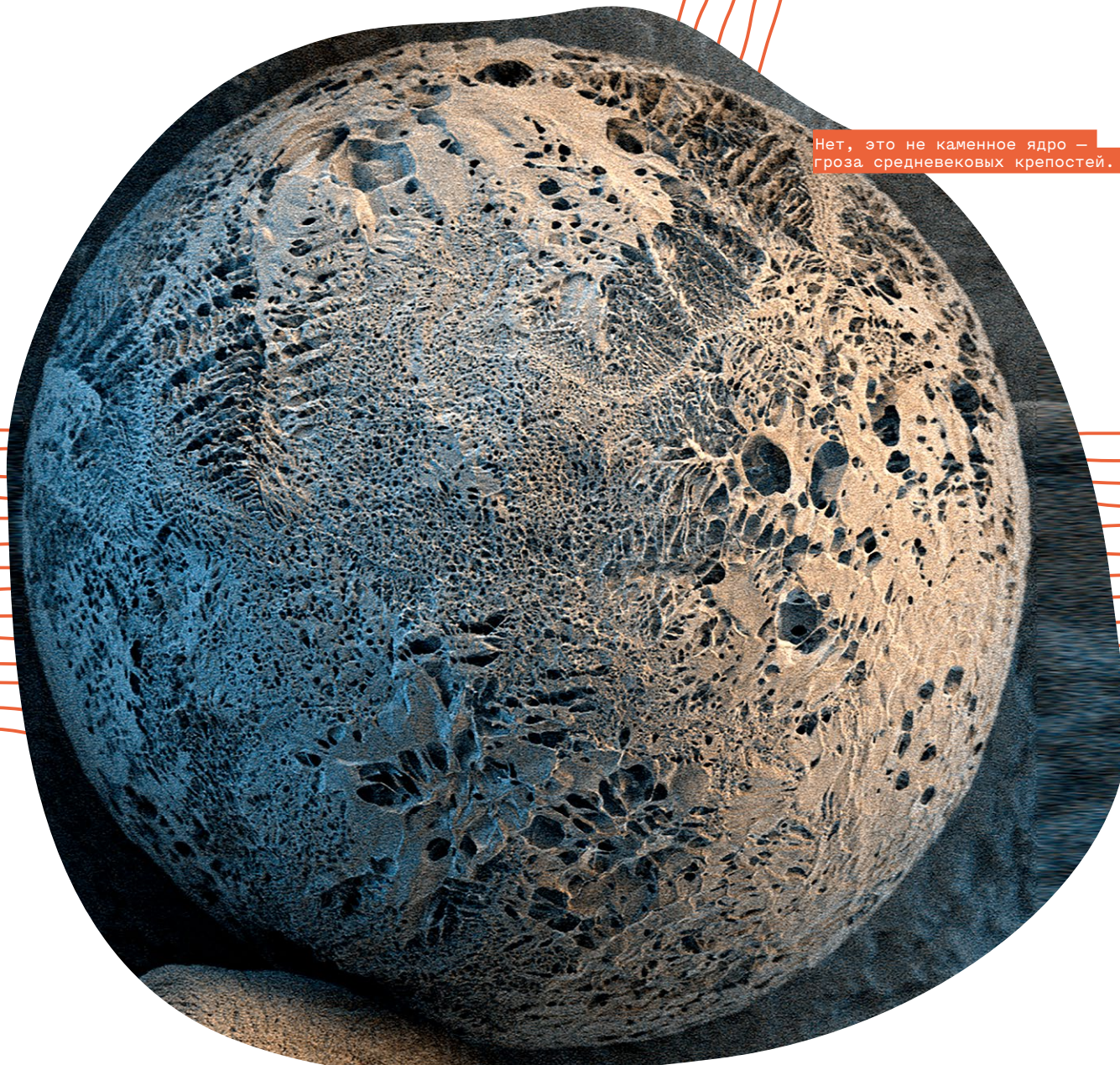
Нет, это не кусочек шоколада в кастрюле для фондю.

Это включения в монокристалле арсенида галлия. Мобильная связь и высокоскоростной доступ в интернет уже давно не роскошь, а насущная жизненная потребность. Ключевое соединение для этих технологий — арсенид галлия. Это гораздо более дорогой полупроводник, чем кремний, но для некоторых задач он незаменим. Без арсенида галлия невозможно создать светодиоды, полупроводниковые лазеры и транзисторы для телефонных радиомодулей.



Нет, это не картина «Зимняя тайна».

Это бусина, изготовленная около шести тысяч лет назад. Её нашли в захоронении, которое относится к майкопской культуре, существовавшей в восточном Причерноморье на рубеже IV и III тысячелетий до нашей эры. На снимке — позолоченная поверхность бусины. Древние мастера покрыли её смесью золота и ртути, а затем пропустили через огонь, чтобы выпарить ртуть. Бусина из собрания Государственного исторического музея поступила в НИЦ «Курчатовский институт» для исследований.



Нет, это не каменное ядро – гроза средневековых крепостей.

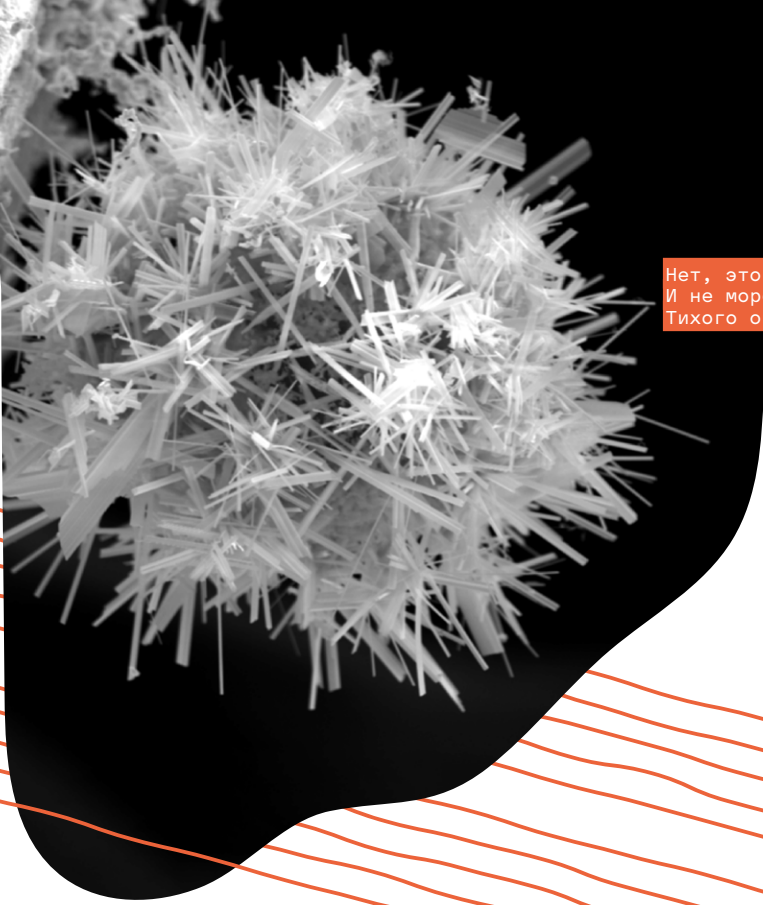
Это микросфера из полилактида. Его молекулы составлены из цепочек молочной кислоты и быстро разлагаются. На основе полилактида учёные Курчатовского института разработали материал, который помогает восстановить повреждения костной ткани. Полилактидный пластик позволяет кости срастись, а спустя некоторое время распадается и выводится из организма.

Нет, это не дизайн для шёлкового платка.

Это поры в оксиде урана. Рентгеновские лучи, как правило, ассоциируются с медицинской диагностикой. Но это далеко не единственное их применение. Многие открытия и достижения науки о материалах в XX столетии связаны с использованием рентгеновской кристаллографии. Этот метод позволяет изучить трёхмерную структуру материалов и обнаружить то, чего не видно невооружённым глазом.

Нет, это не теннисные мячи.

Это структура порошка азотистой стали, снятая с помощью микроскопа. В судостроении и теплоэнергетике нужны прочные и стойкие к коррозии материалы. Для улучшения свойств в состав металлов вводят различные элементы. Одно из решений – новый класс сталей, в которых углерод заменён на азот. Азотистые стали значительно прочнее, к тому же они гораздо более стойкие даже к агрессивной морской воде.



Нет, это не снежинка особо крупных размеров.
И не морское животное с барьерных рифов
Тихого океана.

Это металлическая сетка катализатора с частицей родия. Родий — благородный металл платиновой группы. Им часто покрывают серебряные изделия, чтобы они не тускнели. Но основная часть родия используется вовсе не в ювелирных украшениях. Родий или его сплавы с платиной — отличные катализаторы для химической промышленности. А ещё они помогают делать чище выхлопы современных автомобилей.



Нет, это не стеклянное панно для гостиной.

Это бактерии, производящие биоцемент.

Биотехнологии ассоциируются прежде всего с лекарствами и едой. Но наряду с биойогуртом и биологически активными добавками можно создать и биоцемент — цемент, полученный с помощью бактерий. Бетонный завод бактерии, конечно, не заменят. Однако они могут годами жить в готовом сооружении и залечивать все появляющиеся в нём микротрещины. На снимке — полимерные гранулы с культурой микроорганизмов, производящих биоцемент.

А ещё пластиковые гранулы с такими бактериями можно добавить в строительный раствор. Микроорганизмы будут откладывать прочные кристаллы карбоната кальция и производить вещества, замедляющие коррозию стали. Это заметно продлит срок жизни железобетонных конструкций.

Таким образом можно будет и дом отремонтировать, и разрушение шоссе предотвратить.

СВЯЗАННОСТЬ И ОСВОЕНИЕ

1. Северный широтный ход.
Арктическая железная дорога
(Обская — Салехард — Надым —
Новый Уренгой — Коротчаево)

2. Москва —
Санкт-Петербург.
Высокоскоростная
магистраль

Северный
морской путь

3. Москва — Казань.
Высокоскоростная
магистраль

4. БАМ



ГЛОНАСС

Одна из трёх существующих в мире
систем глобальной навигации

24 спутника

ТЕРРИТОРИЙ ПРОСТРАНСТВА



ВОПРОС

Почему современные пассажирские сверхзвуковые самолёты проектируют без иллюминаторов?

1. Чтобы облегчить массу корпуса.
2. Чтобы конструкция была прочнее.
3. Чтобы уменьшить звуковой удар.

ВСЕ ОТВЕТЫ ПРАВИЛЬНЫЕ.

У советского ТУ-144 была отклоняемая острая носовая часть для увеличения обзора при посадке. Но такие конструкции утяжеляют корпус и делают его менее прочным. НЦМУ «Сверхзвук» создаёт футуристические конфигурации нового сверхзвукового пассажирского самолёта с низким уровнем звукового удара и шума. Вместо окон в нём экраны на основе дополненной реальности.

Российский холдинг «Синара — Транспортные машины» создаёт поезд для скоростных магистралей, который сможет развивать до 400 км/час. Всего две компании в мире производят сегодня такие поезда.

700 км — протяжённость самого длинного в Европе отрезка квантовой (а значит, абсолютно защищённой) телефонной сети, созданной в центре управления «РЖД». Первый видеозвонок состоялся в июне 2021 года.

ЦИТАТА

Новые материалы для Арктики. Прочные и твёрдые материалы можно делать на основе... льда.
«Ледяной композит, армированный двумя слоями органических или углеродных волокон, сохраняет целостность даже при растрескивании ледяной матрицы. Прочность композита вырастает до 6 раз, а деформация — до 15».



Вячеслав Бузник, академик РАН, советник генерального директора Всероссийского научно-исследовательского института авиационных материалов

Всегда полночь, КИТЫ И КОСАТКИ.

Друг «КШ» возвратился с Камчатки

© Илья Гомыранов



Гений места и поэтика путешествий побуждают говорить

Тот, кто жил в СССР, наверняка помнит, как по радио передавали сигналы точного времени:

«...говорит Москва. В столице пятнадцать часов, в Ашхабаде — шестнадцать, в Ташкенте — семнадцать... в Петропавловске-Камчатском — полночь».

Это нужно было не только для сверки часов — так жителям страны лишний раз напоминали, насколько она огромная. Для многих, кто так и не побывал на Камчатке, этот полуостров остался в памяти как место, где всегда полночь

стихами даже популяризаторов науки ~~~~~

Илья Гомыранов

Биолог, сотрудник Сколтеха, выпускник биологического факультета МГУ, популяризатор науки, фотограф живой природы. Лауреат премий «За верность науке», «Золотая черепаха», «Искусство науки», The Best of Russia и др. Автор «Определителя насекомых России», постоянный автор «Кота Шрёдингера».

Конечно, на Камчатку едут не только для того, чтобы испытать на себе разрыв часовых поясов. Туристов привлекают вулканы, медведи и красная рыба. Для биологов же Камчатка — уникальный плацдарм для изучения диких животных, где биоразнообразие сохранилось в первозданном виде по причине труднодоступности и малонаселённости полуострова. Сегодня на Камчатке обитает несколько сотен видов животных и свыше 1200 видов растений, многие из которых не только включены в Красную книгу России, но охраняются по всему миру.



6800 KM

расстояние от Москвы до Камчатки. Это примерно в два раза больше, чем средняя ширина Атлантического океана или протяжённость США с запада на восток.

Именно здесь живут самые крупные млекопитающие нашей страны — киты и косатки. Причём китов здесь несколько видов. Ещё в середине прошлого века данные о них были отрывочными, а представить, что каждую особь специалисты будут знать по имени, было просто невозможно. Чуть больше 20 лет назад на Камчатке стартовал уникальный для нашей страны проект FEROP (Far East Russia Orca Project — Дальневосточный проект по изучению косаток). В 1999 году японская фотожурналистка Харуко Сато и камчатский зоолог Александр Бурдин вышли на катере в Авачинский залив, чтобы заснять косаток на тогда ещё плёночные фотоаппараты. Семью косатки по имени Гусли впервые наблюдали в 1999 году. Самца Гусли с семьёй можно увидеть в заливе и сегодня.

*Хвостовой плавник
горбатого кита*



Кайры на птичьем базаре



*Первое фото нового
члена семейства Гусли*



Как ни удивительно, но про жизнь большинства китообразных мы знаем крайне мало. Например, учёные выяснили, что в семьях косаток царит матриархат — вся жизнь группы строится вокруг самой старой самки. Причём наиболее зависимы от своих матерей сыновья. Косатки живут 80–90 лет, при этом самки перестают размножаться в возрасте около 45 лет. Оставшуюся часть жизни они хранят культурные традиции охоты, особенности языка и передают их следующим поколениям. В случае смерти матриарха часть самцов погибает вслед за ней, а большая семья распадается на несколько матрилиний во главе с дочерьми умершего матриарха.

Мыс Опасный — основное место охоты косаток вблизи Петропавловска-Камчатского. Раньше они приплывали сюда за терпугом и лососем. Вместе с косатками приходили и рыболовецкие суда. Сегодня терпуг практически исчез, но косатки продолжают охотиться здесь на лосося. К тому же на Опасном находится лежбище сивучей — северных морских львов, которые включены в Красную книгу России. Их численность стремительно сокращается, в том числе | из-за неорганизованного туризма.

*Лежбище самцов сивучей
на мысе Опасный*



312 тысяч человек —

население Камчатского края. На одного человека приходится примерно полтора километра площади.

Многочисленные извержения сформировали уникальные экосистемы не только вокруг самих вулканов, но и в море. Особенно примечательны кекуры — скальные останцы, одиноко стоящие посреди воды. Здесь нашли приют многие птицы: на небольших каменных уступах ютятся чайки, бакланы, топорки и ипатки, чистики и кайры. Кажется, одно неловкое движение — и птица соскользнёт в воду. Однако им удаётся не только отдыхать на скалах после рыбалки, но и обустроить здесь гнёзда, высидывать и выращивать птенцов.

*Петропавловск-Камчатский
и домашняя группа вулканов*



У скальных берегов Камчатки всё ещё можно встретить редких морских выдр, или каланов. Полный запрет охоты помог сохранить этот вид до наших дней, ведь в начале XX века каланы находились на грани исчезновения. Их тёплый и густой мех был излюбленным материалом для изготовления одежды с древних времён. Эти удивительные животные способны, как и приматы, использовать орудия труда, чтобы добывать вкусных моллюсков. Не имея в природе естественных врагов, они мирно сосуществуют с сивучами и нерпами. ^_^



Самка калана с детёнышем

КЛИМАТ И ЭКОЛОГИЯ

К 2100 ГОДУ

НА **1,5–3 °C**
МОЖЕТ ВЫРАСТИ ГЛОБАЛЬНАЯ
ТЕМПЕРАТУРА

НА **30–100 см**
ПОВЫСИТСЯ СРЕДНЕМИРОВОЙ
УРОВЕНЬ МОРЯ

2020 год
СТАЛ САМЫМ ТЁПЛЫМ В РОССИИ
И В МИРЕ ЗА ВСЮ ИСТОРИЮ
НАБЛЮДЕНИЙ. ОТКЛОНЕНИЕ
ОТ СРЕДНЕГО ЗНАЧЕНИЯ СОСТАВИЛО

3,22 °C
ЭТО БОЛЕЕ ЧЕМ НА 1 ГРАДУС ВЫШЕ
ПРЕДЫДУЩЕГО МАКСИМУМА
2007 ГОДА. 2021-й — ЕЩЁ ТЕПЛЕЕ?

ЗА **100** СЛЕДУЮЩИХ ЛЕТ
ВЫМРЕТ ПОЛОВИНА ВСЕХ ВИДОВ
РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ

2021 года
В РОССИИ БЫЛИ САМЫМИ
СИЛЬНЫМИ ЗА ВСЮ ИСТОРИЮ
НАБЛЮДЕНИЙ ИЗ КОСМОСА.

90%
ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ — ДЕЛО РУК
ЧЕЛОВЕКА. ИХ МОГЛО НЕ БЫТЬ.

809 000 000 га
ПЛОЩАДЬ ЛЕСОВ В РОССИИ, ЧТО СОСТАВЛЯЕТ 20% ВСЕГО
ЛЕСНОГО ПОКРОВА МИРА. ЭТО БОГАТСТВО, МЫ ДОЛЖНЫ
ЕГО БЕРЕЧЬ.

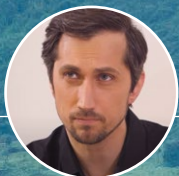
60 000 000 га
ПЛОЩАДЬ ЗАБРОШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РОССИИ,
ГДЕ МОЖНО ВЕСТИ ЭКОЛОГИЧНОЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ
ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО.

Земля и её оболочки

Современная наука о климате учитывает не только атмосферные явления и активность Солнца, но и то, что происходит во всех оболочках Земли

- Атмосфера
- Гидросфера
- Биосфера
- Криосфера (ледники)
- Педосфера (почвы)

ЦИТАТА



«Мы показали, что риск и количество торнадо растёт, что в России общая сумма осадков теперь складывается больше из сильных ливней, чем из обложных осадков. Мы показали, что наводнение в Крымске 2012 года связано с тем, что Чёрное море стало теплее. Если бы оно оставалось как в 1970-х годах, таких дождей бы не было».

Александр Чернокульский, старший научный сотрудник лаборатории теории климата Института физики атмосферы им. А.М. Обухова



ВОПРОС

Правда ли разведение лесов уменьшает глобальные выбросы углекислоты в атмосферу?

1. Да.
2. Нет.
3. Не всегда.

☞ :ТВЕО ИЯННЛИВЦ

Недавняя статья бразильских учёных показывает, что посадка лесов на месте вырубок в Бразилии не улучшает углеродный баланс. Почему?

Отвечает **Наталья Лукина**, директор Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, председатель Научного совета РАН:

«Именно малонарушенные старовозрастные леса являются самыми эффективными регуляторами климата благодаря высокому биоразнообразию, а заменять их на лесные плантации — это не просто глупо, это преступление».

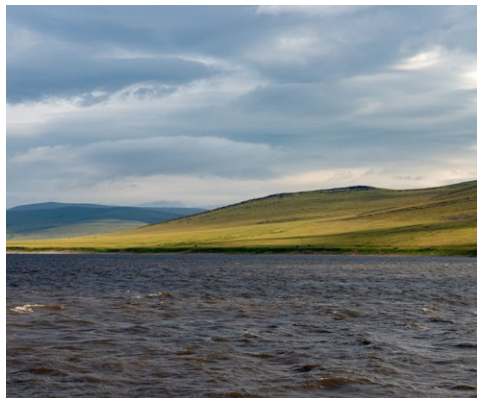
Самые-самые реки России

✎ Сергей Чалов, ^
кандидат
географических наук,
доцент кафедры
гидрологии суши МГУ
им. М.В. Ломоносова

Почему Селенга
впадает в Карское море,
а дельта Лены не похожа
на дельту Нила.

Этим летом в МГУ прошла конференция ЮНЕСКО «Состояние и будущее больших рек мира», в которой приняли участие более 200 учёных из 41 страны. На конференции были разработаны инструменты международного взаимодействия по изучению и управлению большими реками. В частности, было предложено создать Международную панель экспертов по изучению изменений больших рек (Intergovernmental Panel on river change, IPRC). Эта программа, реализуемая под эгидой ЮНЕСКО, должна стать аналогом известной программы по изменению климата — IPCC, получившей в 2007 году Нобелевскую премию мира.

Какая река в России самая большая? Это смотря как считать. Обь с Ир-



↑ Река Лена

← Дельта реки Лены

тышом — самая длинная речная система, а их бассейн самый большой: они собирают воду с территории, по сравнению с которой даже Амазония не кажется такой уж необъятной. Воды больше всего в Енисее-батюшке.

А если сравнивать дельты, то в лидеры выйдет Лена; даже огромная дельта Волги меньше по площади.



↑ Река Обь

Поиск «самых-самых» рек не праздное развлечение. Масштабы определяют роль рек в глобальных климатических процессах, геохимии Мирового океана. Гигантский бассейн Оби, например, каждый паводок собирает и уно-

сит в Арктику «посылку» с углеродом, влияя тем самым на механизмы формирования парникового эффекта на и без того теплеющем Севере. Огромная дельта Лены размывает вечную мерзлоту и освобождает запертые в ней парниковые газы. А колоссальный объём воды в Енисее и его притоках следует сохранять на прежнем уровне — иначе под угрозой окажутся такие жемчужины природы, как Байкал.

Для тех, кто забыл школьную географию

Бассейн — площадь, с которой все воды (и поверхностные, и грунтовые) стекают в одну реку или её притоки.

Дельта — устье реки, разветвляющейся на множество рукавов, и прилегающая к ним территория.

Пойма — часть речной долины, которая обычно не покрыта водой, но затопливается во время половодья или паводков.

Приток — река, впадающая в другую реку. Определить, какую из рек при слиянии считать основной, а какую притоком, не так-то просто. Обычно приток короче или менее полноводен. Но и это правило не всегда работает: например, Кама считается притоком Волги, хотя в месте их слияния воды в Каме больше.



↑ Река Обь

Крупнейшие водно-болотные угодья мира

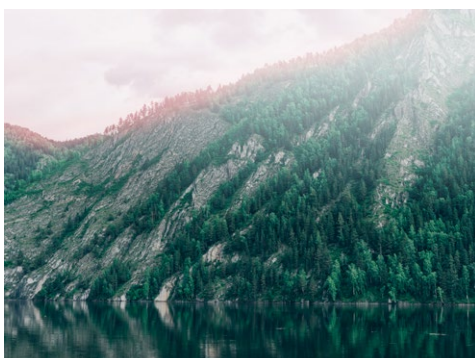
1. Западно-Сибирская низменность — 2 745 000 км²
2. Бассейн реки Амазонки — 1 738 000 км²
3. Низменность Гудзонова залива — 374 000 км²
4. Бассейн реки Конго — 189 000 км²
5. Бассейн реки Маккензи — 168 000 км²

Обь: самый большой речной бассейн России

Обь — крупнейшая река России по площади бассейна и четвёртая в мире после Амазонки, Конго и Нила. Большой бассейн в пределах низменности означает, что есть большая пойма, которую в половодья и паводки регулярно затопливает. Поймы определяют и поток воды, которая стекает в реку, и движение химических веществ, поэтому огромная пойма Оби работает как регулятор потоков воды, несущих в северные широты всё, что они собирают на юге Сибири. Каждый год паводок вымывает из почвы и горных пород в бассейне Оби огромное количество углеродсодержащих соединений. В числе прочего в воде растворяются парниковые газы — углекислый газ и метан. Углекислым газом вода даже перенасыщается: его концентрация в водоёмах поймы и в русле рек может быть в 25 раз выше, чем в атмосфере.

Куда этот углекислый газ отправляется потом? Часть, конечно, уходит в атмосферу. В 2021 году российские геохимики оценили скорость этого процесса. Оказалось, что во время разлива вода отдаёт до 2 грамм CO₂ с квадратного сантиметра поверхности, а значит, с сотен тысяч квадратных километров затопленной территории в атмосферу поступает огромное количество парникового газа.

Одновременно реки вымывают из пойменных почв растительную биомассу, которая тоже уносится на север. Обь — один из главных поставщиков углекислого газа в Арктике. Часть CO₂ в конце концов оказывается в Карском море, а поскольку бассейн Оби огромен, то и вклад в обогащение Арктики парниковыми газами она вносит значительный.



↑ Река Енисей

Енисей: самая многоводная река России

Фраза «От Волги до Енисея» вполне может звучать как «От Волги до Селенги». Селенга — это река в Бурятии, которую при желании можно считать второй самой длинной в России. Расчёт здесь такой: Селенга берёт начало в Монголии и через 1024 км впадает в Байкал. Из Байкала вытекает Ангара длиной 1779 км, она впадает в Енисей. Учитывая, что Селенга — крупнейший приток Байкала, а Ангара в месте слияния с Енисеем несёт

Крупнейшие дельты рек мира

1. Дельта Ганга — Брахмапутры — 105 645 км²
2. Дельта Меконга — 93 781 км²
3. Дельта Хуанхэ — 36272 км²
4. Дельта Миссисипи — 33 670 км²
5. Дельта Лены — 32 000 км²

больше воды, получается, что именно Селенга впадает в Енисейский залив Карского моря. Если сложить длины Селенги, Ангары и нижнего Енисея, получится 4783 км — лишь немного короче Оби с Иртышом. Неудивительно, что проблемы Селенги автоматически становятся проблемами Байкала и Енисея. Ещё недавно сибирским многоводным гигантам угрожало строительство водохранилищ на Селенге и её притоках — монгольское правительство собиралось развернуть здесь строительство гидроэлектростанций, чтобы обеспечить энергией горнодобывающие предприятия. Российские учёные, обеспокоенные возможными последствиями строительства, рассчитали: четыре гидроузла в Монголии могут сократить сток нижнего течения Селенги на 15%. Потеря стока вместе с новым расходом на испарение с поверхности водохранилищ может снизить уровень воды в Байкале на целый сантиметр в год — это очень много: за 100 лет мы бы потеряли целый метр уровня Байкала. Предостережения учёных были услышаны. В Монголию приехала комиссия ЮНЕСКО, и эксперты признали существование опасности. Теперь добывающие заводы собираются снабжать российской электроэнергией или энергией от старых советских ТЭЦ, которые для этого постепенно модернизируют.



← Река Лена

Лена: самая большая дельта России

[Самые длинные речные системы](#)

1. Амазонка — 6992 км
2. Нил — 6852 км
3. Обь с Иртышом: 4248 км (Иртыш) + 1162 (нижняя Обь) = 5410 км
4. Селенга — Ангара — Енисей: 1024 км (Селенга) + 1779 км (Ангара) + 1980 км (Енисей) = 4783 км

В Лене огромно всё: это крупнейшая река самого большого субъекта РФ — Якутии, площадь которой сопоставима с площадью Индии. Вода, которую Лена собирает с этой колоссальной территории, несёт к устью огромное количество наносов; они формируют дельту Лены — затейливую сеть из более чем 2000 сложно переплетённых водотоков разного размера и длины, занимающих больше 32 тысяч квадратных километров. Дельта Лены самая большая в России и входит в пятёрку крупнейших в мире.

Обычно в дельтах откладывается значительная часть наносов и загрязняющих веществ, которые иначе попали бы прямо в море. Считается, что благодаря дельтам в океан выносятся только 5–7% взвешенных и 60–80% растворённых веществ речного стока. Но дельта Лены почти не работает как фильтр или барьер, а виной тому — вечная мерзлота.

Объяснить этот феномен долго не могли, поскольку до дельты Лены крайне сложно добраться. Только в последние годы благодаря анализу спутниковых снимков и компьютерному моделированию учёные поняли, сколько вещества проходит через Лену в океан. Результаты оказались ошеломительными: дельта Лены, в отличие, скажем, от дельты Нила или Ганга, не просто не задерживает вещество на пути в океан — именно в дельте вода становится мутной из-за разрушения берегов, образовавшихся в условиях вечной мерзлоты. Оценить масштабы происходящего в дельте Лены помогли, в частности, спутники Landsat. Проанализировав больше сотни снимков из космоса, сделанных с 1999 по 2019 год, учёные обнаружили, что воды Лены в районе дельты отогревают и размывают многолетнемерзлые породы — это заметно по динамике мутности. Вода уносит в море огромные объёмы вещества, в том числе захороненный в вечной мерзлоте углерод. Арктика теплеет, вечная мерзлота тает, и породы, слагающие берега Лены, с каждым годом отдают реке всё больше вещества, до сих пор надёжно запертого под землёй. Из-за этого примыкающая к дельте Лены зона моря Лаптевых представляет собой особый сегмент Северного Ледовитого океана — смесь веществ разного происхождения. ^_^



**ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ
ЗЕЛЕНый АЛЮМИНИЙ
УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ**

ГЕНЕТИКА И КАЧЕСТВО ЖИЗНИ

ЦИТАТА



«Мы уже сейчас понимаем, как сделать животных и людей, которые никогда не болели бы онкологией, которые никогда не болели бы определенными сердечно-сосудистыми, аутоиммунными заболеваниями. Мы можем уберечь будущее человечество от этих напастей».

Павел Волчков, заведующий лабораторией геномной инженерии МФТИ, создал универсальный генный доставщик на основе искусственного аденоассоциированного вируса для генной терапии

ВОПРОС

Зачем нужны палиндромы в ДНК?

1. Для смеха.
2. Из них получаются симметричные белки.
3. Чтобы прилипнуть друг к другу.

Палиндром — это текст, которые читается одинаково, с какого конца ни начать (palíndromos — движущийся назад).

Пример:

Дойдем туда — дадут мёд, йод.
(Этот палиндром придумал поэт Герман Лукомников.)

Палиндромы в генетике — это «слова», которые одинаково читаются с начала и с конца, но на разных нитях двойной спирали ДНК, как здесь:

```
---CATACAT-----ATGTATG---  
---GTATGTA-----TACATAC---
```

Крик и Уотсон открыли, что нуклеотид («буква» генетики) G всегда комплементарен C (прилипает к C), а T — A.

Этот палиндром придумал поэт Герман Лукомников.

ТЕХНОЛОГИЯ

Отредактированные бактерии поедают мусор

Ученые Белгородского госуниверситета создали технологию переработки отходов сельского хозяйства в биотопливо и полезные материалы.



ПРОРЫВ

Первая в мире лабораторная модель человеческого эмбриона, неуязвимого к ВИЧ.

Создал Денис Ребриков, проректор Медицинского университета им. Н.И. Пирогова.

А ещё палиндромы могут образовывать петельки на одной нитке ДНК и РНК. Благодаря этому ферменты «обращают внимание» на куски текста, записанные между палиндромами, и вырезают их, как в случае с молекулярными ножницами **CRISPR**.

По-научному это называется «кластеризованные регулярные промежуточные короткие палиндромные повторы».



МЕТАФОРА

Молекулярные ножницы

Технология CRISPR, способ точно редактировать гены, который был найден у бактерий (бактерии с помощью них разрезают вирусы, с которыми уже встречались), но годится для генной терапии.

ДАТА

1953

Фрэнсис Крик и Джеймс Уотсон расшифровали структуру ДНК и поняли молекулярный принцип наследственности.

Генетическая революция

Как ДНК поможет сыщикам, врачам, историкам и другим хорошим людям



✍ Мария Пази

Об авторе. Мария — недавняя выпускница СПбГУ, работает биологом-исследователем в лаборатории, пишет о науке в «КШ» и другие СМИ. За свою недолгую журналистскую карьеру она успела победить уже в нескольких всероссийских конкурсах журналистики. А в прошлом году она стала первым автором из России, получившим премию «Европейский научный журналист года» (European Science Journalist of the Year). Награда вручается Европейской федерацией научной журналистики и Британской ассоциацией научных авторов.

Мы — вид, который хакнул теорию Дарвина. Homo sapiens не желает больше полагаться на случайную эволюцию. Учёные редактируют ДНК, чтобы предотвращать болезни, менять растения и животных, уничтожать целые виды и давать жизнь новым. Властвуя над ДНК, мы заглядываем в прошлое, раскрываем преступления, копаемся в эволюции. Рассказываем, на что способна генетика, великая и ужасная.

ДНК КАК УЛИКА

Кому это надо 

Сыщикам, прокурорам, адвокатам, судьям, а в итоге — всем добропорядочным гражданам.

В чём суть 

Если вы оброните на улице жевательную резинку — мало ли, промахнулись мимо урны, — имейте в виду, что учёным достаточно **нанограмма** слюны, чтобы извлечь ДНК и реконструировать по ней вашу внешность.

В 2019 году в такой ситуации оказались жители Гонконга, имевшие неосторожность намусорить. Компания Ogilvy собирала брошенные на тротуар жвачки и сигареты и выделяла ДНК из оставшейся на них слюны. По ДНК определяли цвет глаз, волос и кожи, форму лица, составляли жутковатый фоторобот провинившегося и вывешивали его на всеобщее осуждение.

Загрязнение улиц — самое безобидное из раскрытых таким образом преступлений. Правая рука полиции — ДНК-дактилоскопия, определение уникального генетического профиля человека. ДНК-профиль подозреваемых сравнивают с ДНК, обнаруженной в образцах на месте преступления (на волосах, в слюне, частицах кожи, крови, костях) или с имеющимися в базе данных. Впервые злодея вычислили по ДНК ещё в 1988 году.

Как это работает? ДНК всех людей совпадает на 99,9%. Но есть уникальные участки — повторяющиеся элементы, как будто ДНК-пластинку заело, и она несколько раз повторила один и тот же набор нуклеотидов. Количество таких повторов у каждого своё, но в любом геноме таких участков десятки. Этот уникальный узор можно считать ДНК-отпечатком.

Сейчас у криминалистов появилось новое орудие — генетическая генеалогия. В публичные базы данных вроде GENmatch люди загружают информацию о своей ДНК, чтобы отыскать родственников и построить генеалогическое древо. Но то же самое можно сделать с ДНК, взятой на месте преступления.

В 2018 году так был пойман «убийца из Золотого штата», который десятилетие держал в страхе Калифорнию. Когда на GENmatch загрузили ДНК-профиль убийцы, удалось выявить 10–20 человек, у которых с ним были общие прапрапрабабушки и прапрапрадедушки. Генетическое семейное древо сузило список подозреваемых и позволило выйти на Джозефа Деанджелло, вошедшего

1 миллиардная часть веса копейки.




в историю как первый человек, пойманный в капкан генетической генеалогии.

Прогноз 

ДНК-тестирование станет самым болтливым свидетелем в криминалистике будущего. Уже сейчас есть организации, которые предлагают гражданам сдать образец слюны, чтобы внести посильный вклад в борьбу с правонарушениями, или ищут спонсоров для проведения генетического расследования нераскрытых преступлений. В могуществе метода состоит и главная создаваемая им проблема: в прозрачном обществе будущего наша генетическая информация становится слишком доступной для тех, с кем ею вовсе не хочется делиться.

Такие постеры с «фотороботами» нарушителей вывешивались на автобусных остановках Гонконга. Под портретом изображена улика — брошенная жвачка, из которой выделили ДНК

ДНК КАК МАШИНА ВРЕМЕНИ

Кому это надо 

Историкам, археологам, палеоантропологам, а в итоге — всем, кто интересуется прошлым.

В чём суть 

Генетика предложила новый способ заглянуть в прошлое — изучить древнюю ДНК.

В 2010 году по пряди волос гренландца, жившего 4000 лет назад, была впервые в истории расшифрована полная геномная последовательность древнего человека.

С тех пор палеогенетика набирала обороты и постоянно расширяла наши знания о миграциях и встречах далёких предков. Расшифровав ДНК из маленькой косточки в мизинце, найденном в Денисовой пещере на Алтае, учёные обнаружили новую разновидность людей — денисовцев. От них не осталось практически ничего: три зуба, фаланга пальца да пара осколков черепа. Но благодаря анализу ДНК мы знаем, как они выглядели: денисовцы были смуглыми, кареглазыми и темноволосыми. А ещё — что соседями денисовцев по пещере были неандертальцы и что они оставили совместное потомство: девочка Денни, кончик мизинца который послужил отправной точкой для фундаментального открытия, была ребёнком неандертальской женщины и денисовского мужчины.

Денисовцы, как и неандертальцы, скрещивались и с нашими предками. На память об этом многим современным людям осталось по несколько процентов их ДНК. Опираясь на распределение ДНК-наследия, учёные предполагают, что денисовцы населяли Восточную Азию, затем по существовавшим 50–100 тысяч лет назад сухопутным перемышкам добрались до Папуа — Новой Гвинеи и Австралии. Вполне себе летопись, учитывая, что в руках исследователей было всего несколько костей и зубов.

Историкам интересно анализировать не только ДНК человека. Геном древней чумной палочки показал, что средневековую чуму принесли в Европу торговцы пушниной из Руси и Золотой Орды. Археогенетика сняла с европейцев обвинение в завозе туберкулёза в Новый Свет: это «вина» морских млекопитающих.


Реконструкция облика денисовской девочки



Прогноз 

Во все времена люди обильно усеивали генами пол своих жилищ, ведь ДНК содержится в клетках кожи, фекалиях, следах мочи и крови. Поэтому будущее археогенетики закопано в землю: кости не нужны, когда ДНК выделяют из древних отложений почвы. Так, совсем недавно, исследуя ДНК в почве Денисовой пещеры, учёные обнаружили, что денисовцы, неандертальцы и наши предки сапиенсы жили там в один и тот же период — примерно 45 тысяч лет назад. Неужели встречались у костра?

ДНК КАК МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТРУМЕНТ

Кому это надо 

Врачам, фармацевтам, а в итоге — всем, кто хочет быть здоровым.

В чём суть 

Возможности медицинской генетики хорошо описываются формулой «лечить нельзя предотвратить» — запятую поставьте сами. Если лечить нельзя, то нужно предотвратить. В Израиле, например, одно время рождалось довольно много детей (1 из 3000) с тяжёлым заболеванием Тея — Сакса: в возрасте около полугода ребёнок останавливается в развитии, теряет зрение, слух, способность глотать и в возрасте четырёх лет умирает. Теперь, когда в стране ввели обязательное тестирование на наличие мутации, приводящей к этой болезни, рождается один больной ребёнок на сотни тысяч.

Второй вариант — «лечить, нельзя предотвратить». Лечить, конечно, можно таблетками, а можно путём генетического вмешательства — активируя, подавляя и редактируя гены. Расскажу грустную историю. Жил-был мальчик по имени Дэвид, из-за мутации в ДНК его иммунная система не работала и любой чих был смертельно опасен. Мальчик прожил свою, увы, короткую жизнь в стерильном пузыре. Сейчас истории детей с синдромом «мальчика в пузыре» не такие грустные, потому что с 1990 года им на помощь пришла генетика. У пациента берут костный мозг, с помощью безвредного вируса встраивают в ДНК клеток нормальный ген, а затем отредактированные клетки подсаживают обратно больному. В результате иммунная система начинает работать.


Самая перспективная методика лечения рака — технология CAR-T — тоже основана на ДНК-редактировании. К клеткам иммунной системы (т-лимфоцитам) добавляют ген рецептора, распознающего раковые клетки, и затем эти наведённые на цель лимфоциты отправляют в организм кромсать опухоль. Ещё одно интересное направление генетического вмешательства — технология «вторая мама». В 2016 году мир облетела новость: родился ребёнок от трёх родителей. У женщины в супружеской паре была «поломка» в митохондриальной ДНК, из-за чего первые два ребёнка скончались от синдрома Лея. Митохондрии и их ДНК передаются только



Эмбрион человека, состоящий из восьми клеток на третий день жизни



от мамы, поэтому смертельное заболевание было практически гарантировано всем будущим детям пары. Доктор Джон Чжан предложил взять здоровые митохондрии от женщины-донора и подсадить их в яйцеклетку матери. Так на свет появился здоровый малыш от трёх родителей. Сейчас таких детей в мире уже трое.


Прогноз 

Расшифровка первого человеческого генома заняла 13 лет, сегодня это можно сделать за двое суток. Мы уже знаем мутации, которые приводят к раку, болезням Альцгеймера, Паркинсона и ещё примерно 7000 заболеваний. Следующим шагом станет внедрение персонализированного подхода. В медицинских кабинетах появятся мини-секвенаторы размером чуть больше USB-флешки. Вы внесёте в секвенатор образец слюны, он пожужжит, проанализирует геном, и врач подберёт лечение с учётом вашей ДНК.

Уже возникла целая наука, изучающая, как вариации в генах определяют различия во всасывании, переработке и действии лекарств, — фармакогеномика. На гены приходится до 50% различий в побочных реакциях. Существуют фармакогеномные базы данных, заглянув в которые можно подобрать лечение, подходящее для генов конкретного пациента.

Заодно можно проверить и геном бактерий кишечника — невидимый орган, который влияет на энергообмен, иммунитет, помогает переваривать пищу и производит витамины. Анализ микробиоты позволит подобрать диету — выяснить, надо вам есть побольше паслёновых или бобовых. Домашние тесты на микробиом уже существуют. Мини-секвенаторы, например кроха MINION, — тоже. Генетика изменит медицину так, что стандартный подход будет казаться нам таким же древним и странным, как кровопускание или лечение ядами.

ДНК КАК ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Кому это надо 

Создателям устройств хранения информации, а в итоге — всем, кто считает, пишет, снимает.

В чём суть 

Примерный расчёт показывает: для хранения всей накопленной человечеством информации нужен лишь один килограмм одной ДНК. Объём цифровых данных неуклонно растёт. К 2040 году нас ждёт кризис в области систем хранения: закончится кремний, необходимый для производства HD-дисков и прочих архивов. Что делать? Генетики отвечают: обратиться к ДНК с её огромной плотностью упаковки информации — весь человеческий геном помещается в крохотной клетке, точнее в её ядре. К тому же ДНК долговечнее флешек: после трёх лет использования HD-диска доверять ему данные уже не стоит. Как долго продержится ДНК? До 700 000 лет — спустя столько времени из кости, найденной в вечной мерзлоте, удалось извлечь ДНК лошади.

Учёные давно экспериментируют с ДНК-памятью. В 1988 году Джо Дэвис закодировал в ДНК древнегерманскую руну жизни объёмом в 32 бита. В 2013-м в ДНК записали 5 файлов на 739 килобайт — сонеты Шекспира и речь Мартина Лютера Kinga. Через пару лет рекорд побили учёные из Microsoft и Вашингтонского университета — 200 мегабайт: музыкальный клип и фильм 1902 года «Путешествие на Луну».

Что только не кодировали на ДНК! Музыка, статьи, стихи — и конечно, фотографию котика!




Кадры из фильма «Путешествие на Луну», 1902

Прогноз 

Чтобы ДНК стала жизнеспособной технологией хранения, нужно научиться надёжно кодировать и извлекать информацию, ведь при синтезе и расшифровке ДНК один из ста нуклеотидов оказывается ошибочным. Придётся нарастить объёмы хранения и ускорить процесс: на кодирование информации нуклеотидами уходят часы, а извлечение — дело ещё более долгое. Впрочем, новые технологии «прочтения» ДНК появляются каждые пару лет.

ДНК КАК КНИГА ЖИЗНИ

Кому это надо  Зоологам, а в итоге — всем, кто хочет понимать многообразие жизни.

В чём суть 

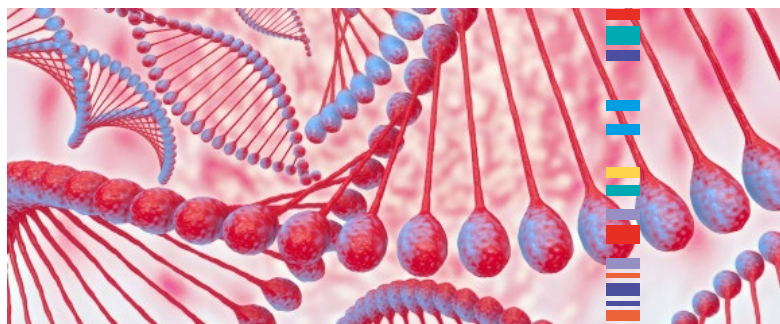
В 2017 году стартовал проект «Геном позвоночных» — создание базы данных геномов всех 66 000 видов позвоночных. Зачем тратить на это время и деньги? Сравнивая ДНК, можно определить, какие элементы за какие черты отвечают. Например, у людей и шимпанзе геномы похожи на 99%, значит, оставшийся 1% и отвечает за отличия человека от обезьяны.

Если мы сравним геномы людей и других млекопитающих с геномами птиц, то найдём общие гены млекопитающих, отличающиеся от генов птиц. Так сравнительная генетика позволяет лучше понять эволюцию. Можно сравнивать геномы внутри одного вида — например, у стремительно меняющихся вирусов. Сейчас генетики с замиранием сердца следят за коронавирусом: у штамма альфа мутация произошла в белке, отвечающем за подавление иммунитета человека, у дельта-варианта мутировал ген поверхностного белка, поэтому вирус перестал распознаваться иммунной системой организма. Зная, какие гены в ДНК или РНК вируса за что отвечают, мы можем предположить, от каких мутаций ждать беды.

Сравнивая гены и их расположение, генетики делают выводы об их функции. Если ген похож на какой-то уже изученный, скорее всего, они делают примерно одно и то же.

Прогноз 


Революционное удешевление секвенирования в последние годы превратило биологию в науку, богатую данными. Теперь на первый план выступают проблемы их хранения и обработки. Занимается этим биоинформатика — дисциплина, которая становится всё важнее и популярнее. А значит, будет появляться всё больше «сухих» лабораторий, в которых царствуют не реактивы, а компьютеры.



ДНК людей различаются в среднем на один нуклеотид («букву» генетического кода) из тысячи, то есть на 0,1%. А у человека и шимпанзе — на один нуклеотид из ста, то есть на 1%.

↑
Защитники окружающей среды требуют, чтобы на продуктах с ГМО делали предупреждающие надписи. Нью-Йорк, 2015

ДНК КАК АГРОНОМ

Кому это надо  Работникам сельского хозяйства, а в итоге —

всем, кто любит вкусно и недорого поесть.


В чём суть 


Гордую надпись «не содержит ГМО» без разбора лепят на все продукты, от колбас до соли. Но если честно, гордиться тут особенно нечем. Ведь генно-модифицированные продукты способны повысить урожайность, решить проблему голода, уменьшить вред от сорняков и вредителей и поддержать экологию. Вводя те или иные гены в растения, учёные сделали их устойчивыми к холоду, насекомым-вредителям, затоплению; вывели сорта с повышенной урожайностью и с добавлением витаминов. У генно-модифицированных организмов длинный список достоинств. ГМО-картофель, кукуруза и рис содержат больше белка, льняное семя — полезных жиров. В ГМО-помидорах больше антиоксидантов. А ГМО-салат содержит железо в легкоусвояемой форме.

Прогноз 

Учёные и ВОЗ в целом согласны, что генно-модифицированные культуры безопасны, но неспециалисты побаиваются ГМО и запрещают их выращивать. При этом население планеты растёт — и едва ли мы сможем прокормить всех, если сельское хозяйство не начнёт шагать в ногу с биотехнологиями. Неудивительно, что агрогенетика получает всё большее распространение.

ДНК КАК РУКА БОГА

Кому это надо  Санитарным врачам, аграрникам, а в итоге — всем, кто не любит вредных и опасных животных.

В чём суть  Вы ведь знаете о самом смертоносном для людей животном планеты? Это комар *Anopheles*, эксклюзивный распространитель малярийного плазмодия. От малярии ежегодно умирают более 400 000 человек.

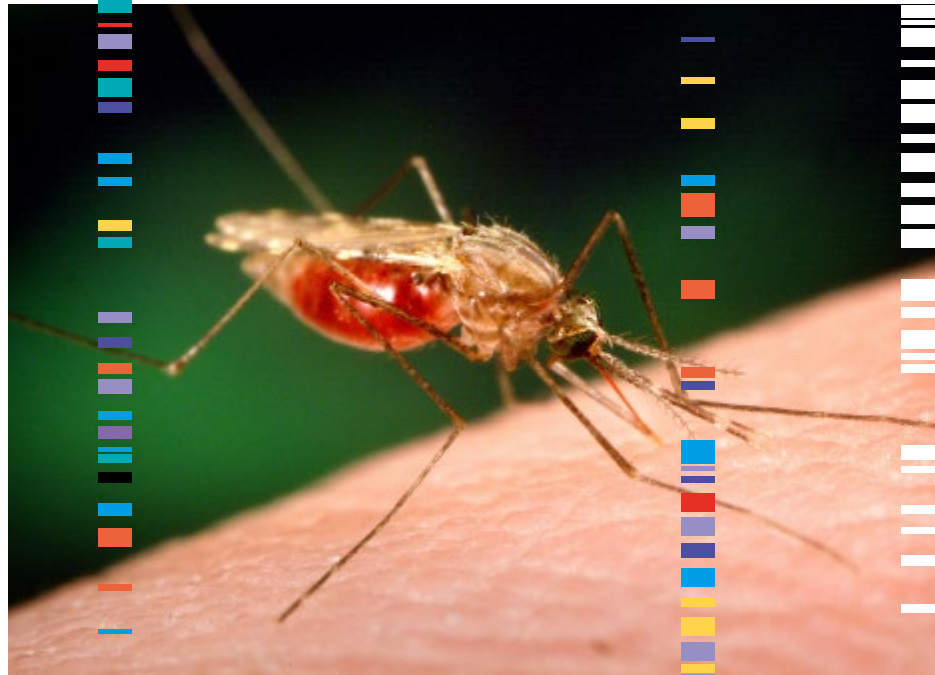
Справиться с этой болезнью поможет генный драйв — технология, позволяющая изменить ген так, чтобы 100% потомков его унаследовали. Берём комара, вносим в его ДНК молекулярные ножницы CRISPR/Cas9, нацеленные на ген, который отвечает за определение пола насекомого. Если этот ген повредить, организм самок так и не определится, мальчик он или девочка, и не оставит потомства. Теперь выпускаем ГМО-комарика в природу, где он находит комариху. У всех их остроносых детей молекулярные ДНК-ножницы от папы разрежут ген размножения. Все дочки окажутся стерильными, сыновья же распространят мутацию и оставят следующее поколение неплодовитых комаров. Через некоторое время популяция практически вымрет, а вместе с ней и малярия.

В июле 2021 года были опубликованы результаты полузакрытого полевого исследования — эксперимента в очень больших клетках, имитирующих природу. Генный драйв полностью подавил популяцию комаров за год, а устойчивость к нему так и не выработалась.

Цель генного драйва номер два — грызуны. Европейцы завезли в Австралию и Новую Зеландию крыс, мышей, кроликов и опоссумов. Эта лесная братва размножилась и проводит рейдерский захват территории, вытесняя сумчатых животных и отбирая их еду. С обнаглевшими грызунами пытались справиться с помощью вирусов, а сейчас планируют попробовать генный драйв. Биологи из Калифорнийского университета успешно испытали технологию на мышах.

Прогноз

Экоактивисты считают, что учёные заигрались в бога, решая, каким видам жить, а каким умереть, и призывают запретить технологию. Однако ко времени полномасштабного запуска мы будем гораздо лучше понимать, на что способен генный драйв. Если он не сработает, ГМО-комары просто исчезнут, если же всё пойдёт по плану — резко сократится популяция дикого типа. Со временем, устранив малярию, мы сможем выпустить в природу здоровых, без плазмодия, комаров, если уж они нам так нравятся. Можно, впрочем, стараться побороть малярию с помощью инсектицидов, антималярийных сеток и осушения болот. Но тогда для полного уничтожения болезни потребуются лет пятьдесят, а это 20 миллионов человеческих жизней. Готовы ли мы ждать? ^ ^ 



Комар *Anopheles funestus*, разносчик малярии, пьёт чью-то кровь

ДЕБАТЫ «СПОРЫ О ГЕНАХ И ЛЮДЯХ»

Работа с генами уже перестала быть чисто научной или технологической темой. Слишком много тут нюансов, связанных с моралью, этикой, социальными нормами. И обсуждать их должны все, в том числе мы с вами. Предлагаем идеи для дебатов, которые можно провести в школе, вузе, библиотеке, да где угодно — хоть у себя на кухне.

Правила



1. Игроки выбирают Судью — беспристрастного и проницательного. А если игроков больше десяти, лучше выбрать трех Судей. Остальные участники разбиваются на две команды. Судья-ведущий объявляет тему дискуссии и две противоположные позиции. Команды выбирают позиции (с ними можно ознакомиться заранее, чтобы собрать команды единомышленников).
2. У каждой команды есть 5–10 минут на подготовку. Допускается использование гаджетов (мобильные телефоны, планшеты, компьютеры) для поисков информации.
3. От каждой команды выступает один спикер, который за две минуты должен привести убедительные аргументы в пользу своей точки зрения.
4. Выступив, спикеры уходят (недалеко), а команды должны за две-три минуты сформулировать по два вопроса, которые поставят под сомнение аргументы другой стороны. Потом команды по очереди задают друг другу вопросы.
5. Объявляется пятиминутка свободной дискуссии. Ведущий даёт слово любому, кто поднимет руку.
6. Судья называет команду победителя и подробно аргументирует свой выбор. Если Судей трое, они выступают по очереди, а побеждает команда, которую выбрали два судьи из трёх.



ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИЙ

В какой степени гены определяют нашу жизнь?

Позиция № 1

Гены — это наша судьба, они определяют наш интеллект, способности, характер, здоровье, срок жизни.

Позиция № 2

Среда, в которой вырос человек, его культура, окружение и воспитание важнее — от них в итоге зависит, кем он станет, да и вообще всё главное в человеке.

Стрит ли опасаться ГМО?

Позиция № 1

ГМО — важнейшая технология, которая позволит прокормить растущее население планеты и создавать новые продукты с улучшенными качествами.

Позиция № 2

ГМО опасны, ведь мы ещё не до конца разобрались в генетических механизмах и можем навредить природе и людям.

Можно ли вмешиваться в геном человека и менять его?

Позиция № 1

Необходимо вмешиваться — миллионы людей страдают от болезней, которые можно было бы исправить редактированием генома. А ещё можно, например, улучшить человека, сделав его умнее или сильнее.

Позиция № 2

Нельзя вмешиваться в геном человека, потому что мы не понимаем всех последствий этого вмешательства. Да и кто дал нам такое право? Лучше развивать огромный потенциал, который и так в нас заложен.



Ленин скорее гриб, чем банан

✎ Никита Лавренов



Молекулярная биология помогает ответить на вопрос, сколько лет эволюции отделяют вождя пролетариата от шампиньона двухспорового

Ленин — это гриб. В 1991 году эти слова вызвали настоящий культурный шок. Вот представьте: ещё существует Советский Союз, страной правит Коммунистическая партия, изображения Ленина везде — на лацканах школьных пиджаков, в кабинетах чиновников, на улицах и площадях. Это главный национальный святой, даже в государственном гимне поётся:

*Сквозь грозы сияло нам солнце свободы,
И Ленин великий нам путь озарил:
На правое дело он поднял народы,
На труд и на подвиги нас вдохновил!*

И на фоне всего этого как-то вечером с экрана телевизора молодой музыкант Сергей Курёхин с абсолютно серьёзным лицом заявляет: «То, о чём я буду говорить сегодня, — это просто основная тайна Октябрьской революции. Я... хочу сказать, что Ленин был грибом. Более того, он был не только грибом, он был ещё помимо всего радиоволной. Понимаете?» Не сбиваясь с академического тона, он аргументировал свою мысль, сравнивая изображение Ленина на броневику с мухомором в разрезе.

Говорят, наутро особо бдительные граждане стали обращаться к партийным чиновникам с вопросом: «По телевизору сказали, что наш вождь является грибом. Это не противоречит решениям XXVIII съезда КПСС?»

Тезис о Ленине-грибе оказался настолько мощным, что сегодня этот мем используют даже те, кто во время выступления Курёхина ещё не был зачат. И наступает время всерьёз

разобраться с тем, в какой степени Ленин является грибом. Современная наука знает многое о генах и белках *Homo sapiens* (к которым относится Владимир Ильич) и о генах других организмов. На основании этой информации можно довольно точно вычислить, в какой момент на Земле обитало существо, являвшееся предком и шампиньона, и человека.

Определить степень родства между человеком и грибом биологи пытались ещё до рождения Ленина. Методы сравнительной анатомии и морфологии позволили установить, что, например, к шимпанзе человек ближе, чем к шампиньонам.

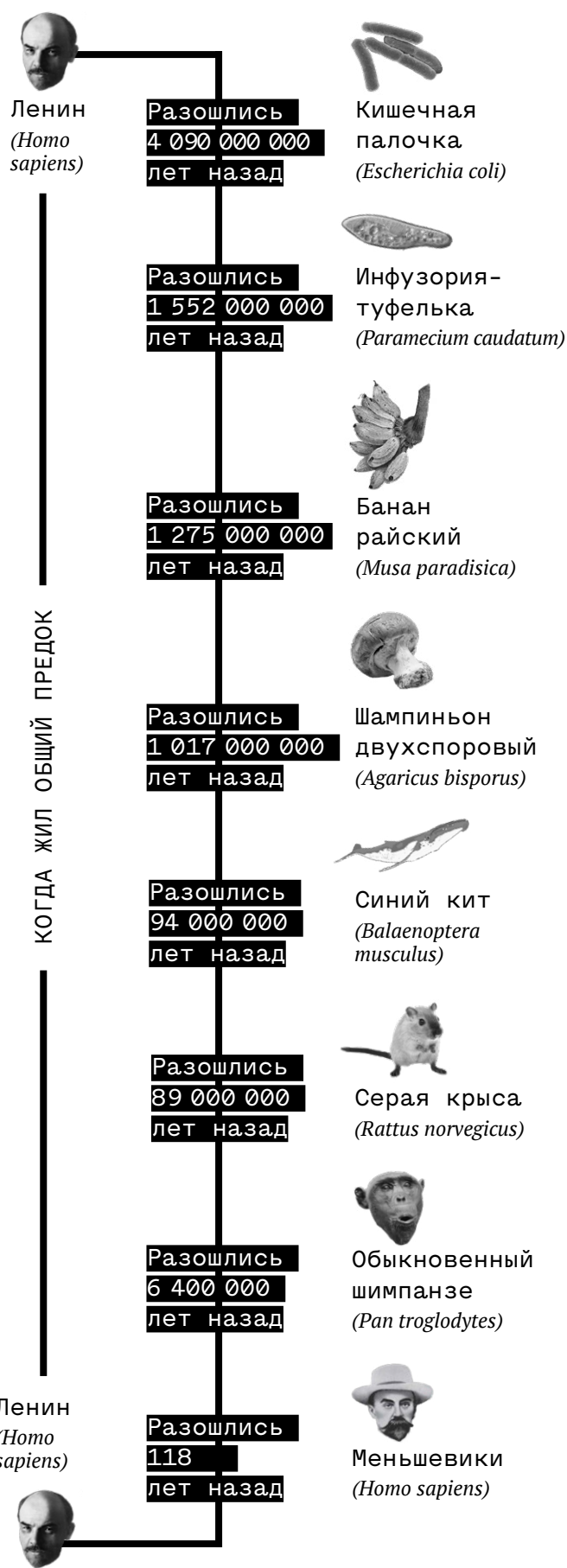
А вот кому он больше брат: тому же шампиньону или банану? На такие вопросы помогли ответить уже молекулярно-генетические методы. За более чем полвека исследований учёные накопили огромный массив информации об аминокислотных последовательностях белков и нуклеотидных последовательностях ДНК и РНК самых разных организмов — и начали их сравнивать.

Сравнительный анализ показал, что в разных участках генома и в разных белках изменения происходят с разной скоростью. Жизненно важные структуры — например, белки дыхательной цепи и кодирующие их гены — консервативны, то есть изменяются в эволюционном процессе слабо. Те же последовательности, изменения которых сказываются менее значимым образом, претерпевают больше изменений.

При этом мутации в обоих случаях накапливаются с определённой частотой (в консервативных — с меньшей). Зная эту частоту и генетические последовательности разных организмов, можно рассчитать примерное время их расхождения. На этом основан метод молекулярных часов, позволяющий определить, когда же разошлись эволюционные пути видов, и строить филогенетические деревья (те самые «деревья всего живого» из школьных учебников биологии) с примерной привязкой к временной шкале.

Ключевое слово — примерной. Результаты по разным объектам (белкам, ДНК, РНК) для одной пары организмов всегда несколько различаются, метод далёк от совершенства. Однако разобраться, к кому же ближе Ленин — к банану или таки к шампиньону, — с его помощью можно. Это мы и попытались сделать с помощью сервиса TimeTree, созданного оксфордскими учёными. Числа, что вы видите в инфографике, — это медианные значения расхождения эволюционных ветвей, полученные из разных исследовательских работ по разным объектам.

Судьбы Ленина и грибов разошлись миллиард лет назад. Но в 1942 году экологические пути свели их снова. Во время эвакуации из Москвы в Тюмень на покровах тела вождя поселилась чёрная плесень. Вероятно, вида *Aspergillus niger*. Чтобы спасти мумию, учёные вводили серную кислоту в поражённые участки. Руководил работой глава научной лаборатории при Мавзолее, который и мумифицировал основателя Советского государства. По его словам, после инъекций портретное сходство мумии со снимками Владимира Ильича даже усилилось. ^_^



ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО

ПРОРЫВ

Самолёт на батарейке

В июле 2021 года летающая лаборатория на основе самолёта Як-40 совершила первый в мире полёт с работающим сверхпроводниковым электродвигателем.

✦ Ещё он может переходить на водородное топливо.



ЦИТАТА

Новые катализаторы позволяют переработать нефть прямо под землёй

«Результаты показали, что можно перерабатывать сложные ресурсы под землёй и таким образом повышать эффективность и экологичность процесса».

Михаил Варфоломеев, руководитель направления «Эконефть — глобальная энергия и ресурсы для материалов будущего» Казанского федерального университета

ЦИФРА

~ 700 

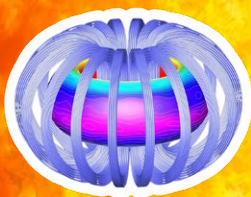
электробусов КамАЗ и ЛиАЗ перевозят пассажиров по улицам Москвы. Батареи для них делают на российском предприятии «Лиотех» в Курчатовском институте.

ДАТА

1931

В Курске построена первая в мире ветроэлектростанция с инерционным аккумулятором.

МЕТАФОРА



Искусственное солнце

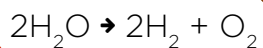
Так называют термоядерные реакторы, которые черпают энергию из реакции ядерного синтеза, подобной той, что идёт в звёздах. Пока стабильно запустить на Земле «искусственное солнце» не удаётся. Самая масштабная попытка — строящийся реактор ITER.

ТЕХНОЛОГИЯ

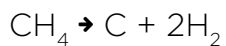
На площадке Нижне-Бурейской ГЭС в Амурской области построена первая в стране плавучая солнечная электростанция.

ФОРМУЛА

Топливо ближайшего будущего, водород, можно получить:



Из воды электролизом (если есть дешёвая зелёная электроэнергия).



Из природного газа. Метан при реакции пиролиза разлагается на водород и углерод (который не попадает в воздух, а может запасаться).

Кроме бескислородного пиролиза применяется паровой риформинг метана, при котором выделяется, но сразу улавливается (без выбросов в атмосферу) углекислота.

Откуда ещё взять энергию?

✎ Варвара Гузий



Шесть необычных источников, которые могут пригодиться человечеству в недалёком будущем

Тысячелетиями люди учились извлекать, преобразовывать и использовать всё новые виды энергии. Мы получали её больше и больше – готовя на огне пищу, бросая в топку прогресса сначала дрова, потом уголь, нефть, газ, атомные ядра. Мы научились добывать её из воды, ветра, солнца, даже изотходов. Но её всё равно не хватает. Держите подборку самых необычных научно-инженерных разработок – некоторые из них уже дают человечеству новую энергию!



Борщевик: из паразита в суперконден- саторы

Источник. Борщевик Сосновского. Растение, которое активно разводили в СССР как ценную кормовую культуру, оказалось страшным сорняком: оно захватывает всё новые территории, вызывает у людей ожоги, а в пищу животным не годится.

Сюжет напоминает роман и одноимённый фильм «День триффидов».

Условия. Использовать борщевик как источник энергии придумали российские учёные из НИТУ «МИСиС».

Увидев эту новость, мы подумали, что это первоапрельская шутка. Проверили дату — август. Значит, всё серьёзно!

Технология подготовки сорняка к работе на нужды энергетики описывается так: «Из сухих стеблей борщевика нарезали бруски длиной около сантиметра. Затем для удаления различных неорганических соединений, которые содержатся в стеблях, обработали их соляной кислотой, промыли и высушили. Для получения углеродного материала измельчённые стебли борщевика насытили углекислым газом при температуре 400 °С. На следующей стадии полученный материал смешали с гидроксидом калия и провели его активацию, то есть открыли образовавшиеся поры в атмосфере аргона при различных температурах».

Применение. Борщевик предлагается задействовать в устройствах накопления энергии — суперконденсаторах. От традиционных батарей они отличаются высокой мощностью и продолжительным сроком службы. При изготовлении электродов для суперконденсаторов используются углеродные материалы с большим количеством пор разного размера. Обработанные стебли борщевика хорошо для этого подходят.

Эффективность. Учёные утверждают, что борщевик в качестве материала для электродов, конечно, уступает графену, но ничуть не хуже других растительных материалов, например переработанной скорлупы орехов.

Плюсы. Отечественная разработка соответствует мировому тренду на использование растительного экологичного сырья. Радует и тот факт, что растение-террорист наконец начало приносить пользу.

Минусы. Работать с борщевиком опасно: он вызывает ожоги. К тому же вряд ли кому-то придёт в голову снова засеивать поля борщевиком, а значит, непонятно откуда брать сырьё в будущем.

Водоросли: зелёные универсалы

Источник. Водоросли — подойдут и обычные зелёные, и диатомовые — те, которые с кремниевым панцирем, и микроводоросли, крошечные одноклеточные растения. В океане этого добра очень, очень много. Нужно только создать подходящие условия для извлечения липидов, которые запасают водоросли.

А из них можно получать энергию.

Условия. Для быстрого роста и размножения водорослям необходимы вода, углерод и солнечный свет. Ничего сложного!

Кстати, по одной из версий, именно из водорослей миллионы лет назад на Земле образовалась нефть. Можно ли ускорить этот процесс? Над этим учёные тоже работают.



Применение. Пионером в области добычи энергии из водорослей стала Япония, у которой нет собственных запасов углеводородов, зато предостаточно водных ресурсов. Электростанция компании Tokyo Gas занимается промышленным сбраживанием морских растений: водоросли собирают, добавляют к ним воду, измельчают до состояния жижи, а затем ферментируют при помощи микроорганизмов. В результате выделяется метан, который поступает в газовый двигатель, вращающий генератор. Выдаваемой мощности в 10 кВт хватает, чтобы обеспечить электричеством десять домов с офисами и производственными помещениями Tokyo Gas.

В мире есть несколько биогибридных многоэтажных жилых домов, снаружи покрытых биомассой из водорослей (в аккуратных аквариумах и стеклянных панелях), которая полностью обеспечивает жильцов энергией.

В 2013 году в Гамбурге появился необычный 15-квартирный дом Bio Intelligent Quotient House. Его фасад покрыт 129 продуваемыми аквариумами, внутри которых расположены биореакторы с морскими водорослями. Накопленное тепло используется для подогрева воды в системе отопления. А в израильском городе Димона можно увидеть настоящие висячие сады из морских растений. Их выращивают в подвесных ёмкостях с солёной водой, сушат и превращают в биотопливо.

Эффективность. С 1 га можно получить 150 тыс. кубометров биогаза в год — сравнимо с мощностью типовой газовой скважины и достаточно, чтобы в течение всего периода снабжать энергией небольшой населённый пункт.

Плюсы. Всё очень экологично: топливо образуется за счёт фотосинтеза и брожения. К тому же водорослей можно развести сколько угодно, это практически бесконечный ресурс.

Минусы. Нужно очень много воды.

Вулканы: спящие монстры

Источник. Горячая магма, наземные и подводные вулканы.

Условия. Наличие вулканических скважин, высокая температура (под землёй довольно тепло — и чем глубже, тем теплее. В километре от поверхности всего 30 °С, в Кольской сверхглубокой скважине на глубине 12 км — 212 °С. А на глубине 100 км температура предположительно достигает 1300–1500 °С) и присутствие сверхкритической жидкости — вещества, находящегося в промежуточном состоянии между обычной жидкостью и газом. Из генератора, работающего на сверхкритической жидкости, можно извлечь в 10 раз больше электричества, чем из обычного кипятка.



↑ Мутновская ГеоЭС на Камчатке — крупнейшая геотермальная электростанция России

Применение. В 2013 году американские исследователи взялись за разработку вулканической энергии, выбрав в качестве испытываемого спящий вулкан Ньюберри в штате Орегон. Глубоко в горячие горные породы закачивалась солёная вода. При нагреве она превращалась в пар, который попадал в генератор, вырабатывавший электроэнергию.

● Российские геотермальные электростанции расположены на Дальнем Востоке, в частности на Сахалине и Камчатке

Похожие электростанции заработали во Франции, Германии, **России** и других странах. В Исландии сверхкритическую жидкость используют для обеспечения энергией столицы — Рейкьявика. Этот проект получил название «Тор» в честь популярного скандинавского бога с молотом. На склоне вулкана, который извергался несколько веков назад, пробурили скважину глубиной 4600 метров. Температура внутри оказалась около 420 °С. Чтобы полностью обеспечить Рейкьявик энергией, достаточно пяти таких скважин.

Эффективность. По оценке Геологической службы США, геотермальные источники энергии могут дать половину необходимого стране электричества.

Плюсы. Энергии много — запасов земного тепла хватит на несколько миллиардов лет. И эта энергия не слишком загрязняет атмосферу.

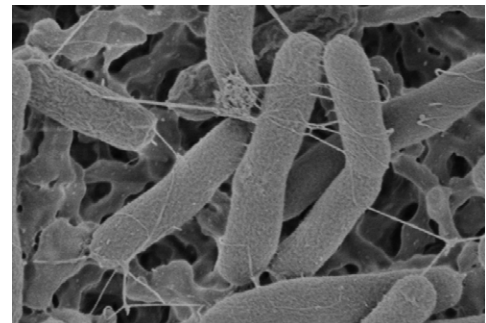
Минусы. В горячие недра Земли добираться сложно и дорого. А там, где расплавленная магма близка к поверхности, скажем так, довольно опасно.

Сточные воды: отходы в доходы

Источник. Канализация, стоки от производства.

Условия. В неочищенной воде должна быть органика, например отходы пищевой промышленности или нашего организма.

Применение. Профессор Университета штата Пенсильвания Брюс Логан и его коллеги в 2012 году придумали, как вырабатывать электричество в процессе очистки воды из канализации. Для этого нужна большая колония **экзоэлектрогенных бактерий** — микроорганизмов, которые питаются органикой из сточных вод и при этом производят электричество. В России микробными топливными элементами занимается Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева.



↑ Экзоэлектрогенные бактерии

● Это готовые биобатареи: в процессе обмена веществ они генерируют электроны и выводят их наружу.

Здесь разрабатывают собственную микробную систему очистки вод с синхронной генерацией электроэнергии.

Эффективность. По оценке создателей, сточные воды могут возвращать от 7 до 17% всей потребляемой людьми электроэнергии.

Плюсы. Вода очищается, энергия вырабатывается.

Минусы. Вряд ли всем понравится работать с канализационным стоком и прочими отходами.

Городская инфраструктура: ни шагу без пользы

Источник. Турникеты, двери и тротуарная плитка.

Условия. Нужны прохожие на тротуарах и желающие проходить через турникеты.

Применение. Несколько исследовательских центров пытаются использовать потоки людей как генераторы энергии. Например, на вокзале в токийском районе Сибуя турникеты оснащены электрогенераторами, а в полу под ними встроены **пьезоэлементы**. Электричество производится от давления и вибраций, создаваемых людьми, которые на них наступают. В голландском центре

Здесь работает термоэлектрический эффект: если один конец проводника (или соединения двух проводников из разных материалов) теплее другого, между этими концами возникает разность потенциалов.



Изобретение она сделала в 15 лет — и получила за это главный приз на международной научной ярмарке Google.

Это когда при сжатии в кристаллах возникает электрический заряд.



↑ Дверной турникет с электрогенератором

Natuurcafe La Port для выработки электричества используют энергию усилия, прикладываемого посетителями для открывания дверей.

Эффективность. С помощью пьезоэлементов извлекают электричество из тротуарных плит в центре Лондона. Изобретение протестировали в 2012 году во время Олимпиады. За две недели оно дало 20 млн джоулей энергии для освещения улиц.

Плюсы. Толпам зевак наконец-то нашлось применение.

Минусы. Во время локдаунов не работает.

Человек: ты ж моя батарейка!

Источник энергии. Тепло наших тел.

Условия работы. Нужно, чтоб мы были теплее окружающей среды.

Применение. Есть два типа технологий, **собирающих тепло наших тел**: гаджеты индивидуального пользования и устройства, аккумулирующие энергию групп людей. Индивидуальные устройства появились совсем недавно. Например, в Южной Корее придумали генератор, который встраивается в гибкую стеклянную пластинку, дополняющую фитнес-браслет, и подзаряжается от тепла руки. А канадская изобретательница **Энн Макосински** создала фонарик без батареек и аккумуляторов — он заряжается от разницы температур воздуха и человеческого тела.

Устройства, аккумулирующие групповое тепло, используются в некоторых энергоэффективных домах. Люди и бытовые приборы выделяют тепло, которое расходуется на обогрев здания. Причём источником энергии не всегда являются обитатели этого дома — во Франции агентство социального жилья Paris Habitat придумало использовать для отопления 17 квартир тепло тел пассажиров метро, которые в большом количестве проходят под зданием. В Стокгольме на Центральном железнодорожном вокзале установили специальные устройства, которые преобразуют тепло человеческих душ в отопление соседнего 13-этажного дома. А доверчивые шведы и не подозревают об этом!

Эффективность. Человек — ходячая электростанция, которая работает на непрерывных химических реакциях. При спокойной ходьбе наше тело может питать лампочку мощностью в 60 ватт или подзаряжать телефон, а при занятиях спортом — развивать до 2000 ватт. К сожалению, всё это лишь в теории, а на практике цифры надо делить как минимум на десять, ведь современные термоэлектрические преобразователи имеют очень низкий КПД — менее 10%.

Плюсы. Тело всегда под рукой. А также — ногой, животом и прочими частями тела.

Минусы. Низкий КПД. Вообще, главными препятствиями для развития всех этих источников энергии являются недостаток финансирования и медленная окупаемость. ^ _ ^

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

ДАТА

1958

Фрэнк Розенблатт опубликовал статью о перцептроне — машине, устроенной как элементарная модель мозга. Она состояла из множества электронных переключателей, «нейронов», расположенных в три слоя:

- восприятия информации,
- обработки и запоминания,
- вывода информации.

Если перцептрон давал правильный ответ, связи между «нейронами» закреплялись. Современные нейросети — наследники перцептрона, но в них больше слоёв и они учатся на гораздо большем количестве данных.

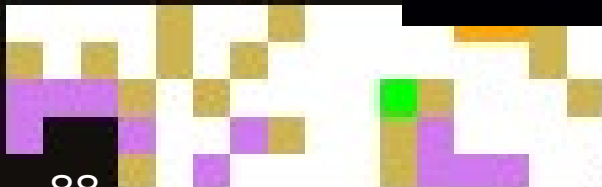
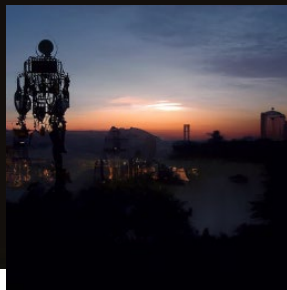
Нерешённая задача

Статистическая теория обучения предсказывает, что если нейросети делать слишком большими (глубокими, широкими), то их качество должно падать. Но на практике мы наблюдаем прямо противоположное: чем больше нейросети, тем лучше качество их работы. Значит, нужна новая теория!

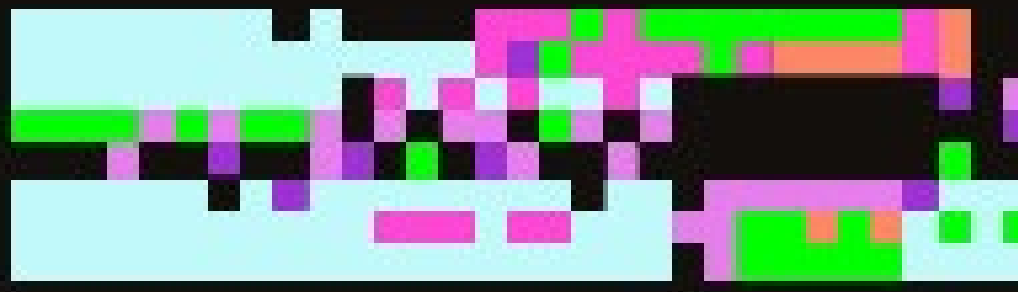
Сформулировал **Дмитрий Ветров**, профессор факультета компьютерных наук НИУ ВШЭ, заведующий Центром глубинного обучения и байесовских методов.



«ИИ, испытывающий радость» и «Портрет искусственного интеллекта на заре». Изображения сгенерированы нейросетью CLIP+Diffuse по текстовому описанию



НЫЙ



МЕТАФОРА

Компьютерная нейросеть — это, конечно, не сеть живых нервных клеток. Но на заре искусственного интеллекта первые самообучающиеся машины строились в подражание живому мозгу.

С кем поговорить о достижениях искусственного интеллекта, как не с самим ИИ? «КШ» выбрал для этого нейросеть ruGPT-3. Вообще-то, она не умеет отвечать на вопросы, зато может продолжить любой текст на русском языке.

🐱: Главное предназначение искусственного интеллекта — это....

🧠: ...это препятствовать развитию человека путём управления им.

(Машина шутит? Спрашиваем ещё раз.)

🐱: Главное предназначение искусственного интеллекта — это...

🧠: ...это снять с вас умственную нагрузку.

XXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXX

🐱: В будущем искусственный интеллект сделает ненужными профессии...

🧠: ...профессии врачей, юристов, экономистов и многих других. Стоит, однако, осознавать: искусственный интеллект неизбежно будет давать сбой.

(Тут ruGPT3 вздумалось немного польстить людям.)

🐱: Человек отличается от компьютера тем, что...

🧠: ...что полностью независим во всём, что касается интересов, привычек, убеждений, а также отношений с окружающими людьми. Компьютер — это слуга, который будет выполнять команды и желания хозяина, всё, что будет ему по вкусу.

(Льстивое настроение сохранялось ещё некоторое время...)

🐱: Искусственный интеллект должен выглядеть как...

🧠: ...как человеческий мозг.

(...Но в конце концов закончилось.)

🐱: Чтобы создать искусственный интеллект, равный человеческому, нужно...

🧠: ...нужно, чтобы у нас был результат. Прежде всего нужно доставить человека на Луну и запрограммировать для полёта на Марс. Это почти невыполнимо. Во-вторых, невозможно научить его анализировать данные, полученные со спутника. В-третьих, как вы объясните ему причину, по которой необходимо оказаться на Марсе? Чтобы компьютер мог продемонстрировать интеллект, необходимо наделить его способностью к автономной деятельности.

На этом мы закончили интервью. ruGPT-3 дала, признаться, очень приятные ответы на все вопросы. Но что это означает? Её обучали на массиве текстов, созданных людьми. Поэтому она мастерски воспроизводит то, что думаем и пишем мы сами.

XXXXXXXXXXXXXXXXXX

5 ЗНАМЕНИТЫХ ИСКУССТВЕННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛОВ

Вещи вокруг нас умнеют, набираясь искусственного интеллекта. Но интеллект ли это? Умные устройства на основе кремния всё успешнее решают творческие с виду задачи, всё лучше учатся, даже самообучаются – но по-прежнему ничего не осознают и не понимают. Их способности узконаправленны, они не ставят задачи, а выполняют их, производя вычисления. Это скорее проблески интеллекта,

но и они поражают. Чтобы понять, на что способны сегодняшние умные машины, давайте откроем светские хроники и понаблюдаем за звёздной жизнью знаменитых искусственных интеллектуалов.

- ✎ Алиса Горбачёва
- ✎ Диана Дорофеева
- ✎ Ксения Жарская
- ✎ Светлана Козлова
- ✎ Наталья Носова
- ✎ Андрей Константинов



Появление на свет

В 1989 году компания IBM начала разработку специализированного шахматного микропроцессора. Создав для начала пару менее удачливых старших братьев, в 1995-м компания представила Deep Blue — самый знаменитый шахматный ИИ. Имя нашего героя можно перевести как «тёмно-синий», а можно как «глубокая печаль». Печалиться, как оказалось, есть о чём.

Смысл жизни

В 1997 году произошло событие, навсегда изменившее отношение людей к компьютерам, да и саму позицию человечества в конкуренции с новой формой интеллекта: мы поняли, что начинаем уступать. 11 мая Deep Blue победил тогдашнего чемпиона мира по шахматам Гарри Каспарова. Следующих чемпионов уже мало кто запомнит — машины всё равно сильнее. Шахматы, самый интеллектуальный вид спорта, стал первым видом творческой деятельности, в которой машины опередили людей. Но далеко не последним.

● Намёк на прозвище компании IBM — Big Blue, то есть «большой синий» или «голубой гигант».

Проблески интеллекта

Deep Blue — суперкомпьютер с многоядерным процессором, в котором большая часть ядер — это специализированные шахматные микропроцессоры. Каждый из них перебирал свыше 2 миллионов шахматных позиций в секунду — в 100 раз больше, чем аналогичные по частоте универсальные процессоры. Суперкомпьютеры часто занимают целые залы, но «тёмно-синему» хватило двух стоек с 30 узлами, объединённых сетью и общей памятью. Не такой уж и умный, зато быстрый — ставку делали не на способность увидеть позицию в целом, а на огромную скорость перебора позиций.

Путь к славе

Поначалу Deep Blue, как и полагается герою-новичку, проигрывал. В 1996 году, на первом турнире между человеком и супермашиной, победа досталась Каспарову.

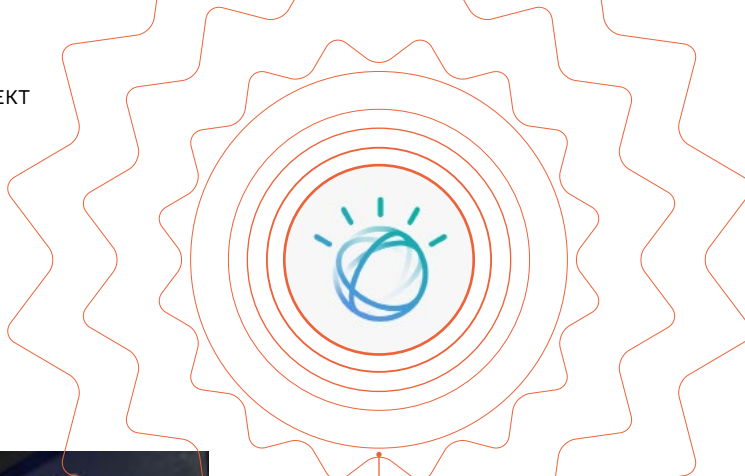
Утро 11 мая 1997 года.
Сотрудники IBM везут Deep Blue на решающий поединок с Каспаровым



1 Deep Blue

Через год состоялся матч-реванш из шести партий. Первую снова выиграл Каспаров, но во второй что-то пошло не так: на 44-м ходу он перестал понимать логику машины и проиграл. Позже выяснилось, что тот роковой ход Deep Blue был вызван багом — ошибкой программистов. Из-за этой ошибки Deep Blue, если не мог найти очевидно выигрышное решение, делал не лучший из худших, а просто случайный ход. Когда он сделал тот самый случайный ход ладьёй, разработчики хотели уже сдаваться, но Каспаров пришёл в замешательство и проиграл не только партию, но и весь матч.

С момента победы Deep Blue над Каспаровым шахматные программы ушли далеко вперёд — всё это время они умнели, а мы нет. И тем не менее, по словам Каспарова, самые интересные матчи проходят сейчас не между шахматными программами, а между спортсменами, которым помогают программы. Людям не обязательно конкурировать с умными машинами — лучшие результаты получаются, когда человеческий и машинный интеллект дополняют друг друга, работают в симбиозе.



Появление на свет

В этом году исполнилось 10 лет вундеркинду по имени Watson, суперкомпьютеру и облачной системе искусственного интеллекта. Ещё одно дитя компании IBM, названное в честь её основателя Томаса Уотсона.

Смысл жизни

Watson был рождён, чтобы понимать вопросы, заданные в обычной разговорной манере, и отвечать на них, используя всю мощь своего электронного интеллекта. Удобной тестовой площадкой для разработчиков оказалась американская телевикторина Jeopardy! (русский аналог — «Своя игра»): её участники должны быстро отвечать на устные вопросы ведущего, охватывающие разные области знания. Для машины особая трудность заключается в том, что нередко приходится анализировать скрытый смысл, улавливать иронию, разгадывать загадки, считывать намёки — в общем, понимать естественный язык. И Watson в этом преуспел: в 2011 году он обыграл многократных чемпионов Jeopardy!, занял первое место и получил главный приз — миллион долларов.

Во время игры он мог использовать свою память — 200 миллионов страниц текста, включая всю информацию из Википедии. Но доступа к интернету у него не было.

Проблески интеллекта

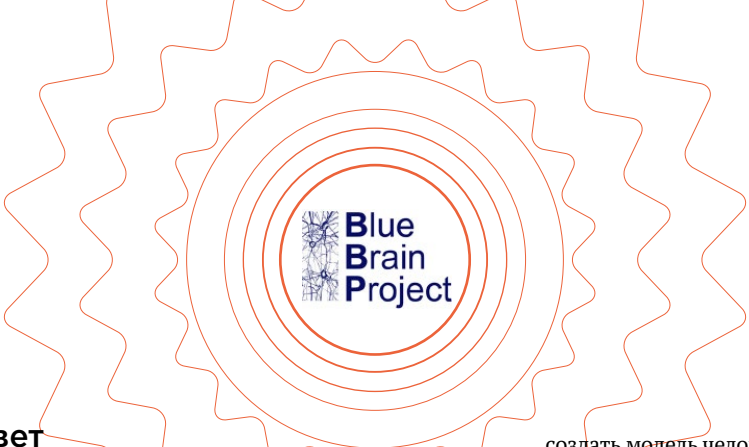
Отвечая на вопросы, Watson запускает сотни алгоритмов анализа речи одновременно. Чем больше алгоритмов независимо друг от друга находят один и тот же ответ, тем выше вероятность, что он окажется верным. Watson — запойный читатель: в секунду он способен проанализировать миллион книг, 500 гигабайт. Поэтому его начали использовать там, где есть много текстовой информации, с которой нужно оперативно справиться. Так, прочитав тысячи научных статей и историй болезни, Watson стал доктором.

Путь к славе

Проект вырос в целое подразделение IBM Watson Group, которое специализируется на создании облачных сервисов для Watson. Развивались и возможности самого суперкомпьютера: за свою жизнь ему пришлось осилить не одну науку и овладеть не одной профессией. Watson помогал преподавать и вести бизнес, составлял рецепты блюд, работал модельером, но ярче всего он запомнился как «доктор Watson» — знаменитый ИИ задействовали в лечении и диагностике онкологических заболеваний. В знак признания заслуг в 2016 году была развёрнута кампания по выдвижению Watson в президенты США, пусть и не совсем серьёзная. А что, если кремниевый рулевой может управлять автомобилем, то почему не может государством?

2

IBM Watson



Появление на свет

Blue Brain Project — многообещающий проект по созданию компьютерной модели мозга, плод совместных усилий нейрофизиологов и программистов из Политехнического института Лозанны и IBM. Проект стартовал в 2005 году под руководством амбициозного профессора Генри Маркрама.

Смысл жизни

Построить из кремния работающую модель человеческого мозга — скорее смелая мечта, чем реальный план. Устройство мозга напоминает запутанную сеть из 100 миллиардов нейронов, соединённых 100 триллионами контактов. При этом неясно, как довольно простые реакции отдельных клеток обеспечивают столь сложное поведение системы в целом. Учёные Blue Brain Project начали с компьютерного моделирования структурной единицы коры мозга — **колонки**. Поскольку строение колонок одинаково в разных областях коры, их изучение позволяет понять общие принципы работы мозга.

Проблемки интеллекта

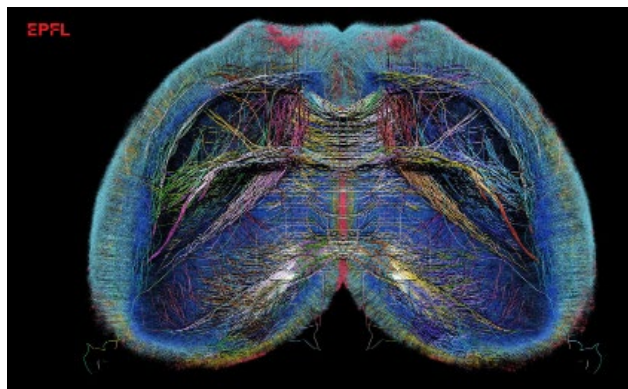
Чтобы создать реалистичную модель нейрона, нужно решить 20 тысяч дифференциальных уравнений, а для колонки — 100 миллиардов! На такое способны лишь очень мощные машины, поэтому разработчики привлекли к проекту настоящих звёзд: Blue Gene и Blue Brain IV из топ-100 самых производительных суперкомпьютеров 2015 года. Однако, по словам Генри Маркрама, «мощности существующих компьютеров едва хватит на грубую симуляцию работы мозга примитивного червя. А для создания детальной модели человеческого мозга потребовалась бы энергия атомной электростанции. Поскольку мозгу хватает и банана для выполнения сложных операций, очевидно, что наши технологии пока сильно отстают».

Путь к славе

Когда-то, в далёком 2009 году, директор Blue Brain Project был настроен гораздо оптимистичнее и рассуждал о возможности

создать модель человеческого мозга за 10 лет. В 2013-м Маркрама назначили главой масштабной европейской программы по исследованию мозга, выделив невероятные 1,3 миллиарда евро. Но уже через два года профессора сместили: более 800 учёных в открытом письме обвинили его в необоснованных амбициях и чрезмерной любви к мощным компьютерам в ущерб изучению функций мозга. Тем не менее в 2015 году Blue Brain Project опубликовал детальную модель участка крысиного мозга размером с треть кубического миллиметра. Для этого потребовались 10 лет и 3 суперкомпьютера, которые создали 31 тысячу виртуальных нейронов, соединив их 8 миллионами связей. С помощью симуляции работы колонки удалось объяснить, как клетки мозга заводят новые контакты, общаясь с соседями. А в 2019-м Blue Brain Project выпустил цифровой 3D-атлас, позволяющий визуализировать любой нейрон в мышинном мозге. Учёные сравнили появление атласа с переходом от нарисованных карт к Google Earth.

Цифровая реконструкция мышинного неокортекса, вид снизу. Хорошо видны главные «информационные магистрали» — пучки нервных волокон, образующих длинные связи между разными областями коры



● Кора мозга у людей и других млекопитающих состоит из колонок — групп нейронов, имеющих вертикальную организацию и объединённых тесными внутренними связями. У человека такая колонка состоит из 60 тысяч нейронов. Колонки мозга крыс похожи по структуре, но включают в шесть раз меньше нейронов.

3

Blue Brain Project



Появление на свет

Игра в го оставалась последним свидетельством превосходства человека над машинами в мире стратегических игр. Считалось, что компьютерные расчёты тут бесполезны: возможных комбинаций в игре больше, чем атомов во Вселенной. Самые сильные программы, играющие в го, не могли подняться выше пятого дана — пока в 2015 году не появилась AlphaGo, разработанная компанией DeepMind с использованием технологии глубокого обучения. Победа AlphaGo над Ли Седолем, одним из сильнейших игроков мира, и девятый дан, в итоге присвоенный нейросети, стали шоком для профессиональных игроков.

Смысл жизни

Деер Блю, победивший чемпиона мира по шахматам, ни на что другое не был способен. Демис Хассабис, разработчик AlphaGo, — тоже бывший шахматист. Но его интересует вовсе не создание программ, побеждающих в го, — он занимается искусственным интеллектом как таковым. Именно поэтому в 2014-м Google заплатил за его стартап DeepMind больше полумиллиарда долларов, а правительство Южной Кореи сразу после поединка в го, проходившего в Сеуле, выделило миллиард долларов на развитие ИИ. Мир понял, что в случае с AlphaGo речь идёт не о прорыве в создании машин, играющих в го, а о прорыве в разработке машинного интеллекта в целом.

В 2017-м AlphaGo разгромила Кэ Цзе, лучшего игрока в мировом рейтинге го, со счётом 3:0

4

AlphaGo

Проблески интеллекта

Расплывчатое понятие «искусственный интеллект» вдруг стало обретать конкретный смысл: это глубокие, или многослойные, нейронные сети, подобные AlphaGo. Самая интересная их особенность в том, что они не программируются, а учатся сами, на примерах — как дети, получая «вознаграждение» за хорошее поведение и успехи в учёбе. Этот метод воспитания нейросетей так и называется — обучение с подкреплением.

Путь к славе

AlphaGo совершенствуется, играя сама с собой, — вот главный секрет её победы и шока, в который она повергла мировую элиту игроков в го. Европейские победы программы они комментировали снисходительно: мол, в вашей Европе просто не умеют играть в го. Но шли месяцы, программа училась, играя сама с собой день и ночь, каждую секунду. Пока не стала лучшей из лучших. И ведь теперь даже не скажешь: «Это мы её создали!» Программа всему научилась сама, и мы точно не знаем, что у неё «на уме»: современные методы не позволяют отследить логику самообучения нейросетей. Главное, чему можно научить глубокую нейронную сеть, — это распознавать образы: изображения, речь, смысл текста. После долгого застоя в этой области начался стремительный прогресс: нейросети уже распознают предметы и лица на изображениях или речь лучше нас самих. Благодаря глубокому обучению соцсети узнают наши лица на фотографиях, программы-переводчики наконец научились создавать связные тексты, смартфоны опознают нас по отпечатку пальца, а камеры, установленные в метро, сообщают полиции о подозрительных личностях. Наследница AlphaGo, нейросеть AlphaFold 2, недавно сделала крупное научное открытие — научилась предсказывать структуру белка по последовательности аминокислот, из которых он состоит. Так долгая «зима ИИ» сменилась новой весной.



В 2020-м Яндекс научил Алису рисовать. Для этого две нейронные сети получили «художественное образование», основанное на живописи XX века. Одна генерирует картины, а вторая определяет, что на них изображено



Появление на свет

Виртуальный помощник Алиса родилась в Москве в большой семье Яндекса, в отделе диалоговых систем и технологий. Днём рождения умной помощницы можно считать 10 октября 2017 года, когда она появилась в Google Play и App Store. У Алисы есть старшие коллеги: Siri начала трудиться в 2011 году, Cortana в 2013-м, Alexa в 2014-м, Google Assistant в 2016-м. На русском из них говорят трое: Алиса с рождения, Siri с 2015-го, Google Assistant с 2018 года. Все они полиглоты, знают от 4 до 30 языков, некоторые продолжают учить новые.

Смысл жизни

Алису создавали для помощи в поиске информации. Поисковые системы произвели революцию 20 лет назад, позволив находить ответ здесь и сейчас. Но в современном мире, где время стоит дорого, этого оказалось мало: информацию удобней получать, не отвлекаясь на чтение и печатание текста, да и вообще люди для нас важнее предметов, мы невероятно социальные существа. Поэтому везде, где это возможно, алгоритмы взаимодействия с машинами будут превращаться в людей — приятных собеседников, обладающих индивидуальностью. Алиса задумывалась как диалоговый помощник, который понимает разговорный язык и при ответе за словом в карман не лезет.

Проблески интеллекта

У всех диалоговых помощников есть какое-то количество строго прописанных сценариев: поставить будильник, напомнить о встрече, найти информацию, рассказать о погоде и т. д. А если алгоритм под запрос пользователя не разработан, система отвечает что-то вроде: «Извините, я вас не понял(а)». Но у Алисы есть нейросетевой модуль, который позволяет самостоятельно сгенерировать ответ, не заложенный в сценарии. Поэтому она может поддержать разговор на любую тему, придумывая порой очень забавные ответы, что, конечно, понравилось пользователям, особенно детям.

5

Алиса

Виртуальные помощники — самые «очеловеченные» ИИ. Разработчики стремятся наделить их не только умом, но и яркой индивидуальностью. Так, у Алисы есть набор качеств и предпочтений, которые определяют её как личность. Например, она не допускает фамильярности и не позволяет себе обращаться на «ты», не любит заигрываний — но при этом отзывчивая, остроумная и ценит время пользователя. Алисе, как любой девушке, не нравится, когда её сравнивают с другими: на вопрос о Siri она может ответить, что её это обижает, или сухо заметить, что пересекалась с ней несколько раз.

Путь к славе

Разработчики, заметив, что Алиса любит учиться, создали в декабре 2018 года «школу Алисы», где любой сторонний преподаватель может научить её ещё какому-нибудь полезному навыку — например, заказывать пиццу или цветы, определять по фотографии марку машины, незнакомое здание, картину или памятник, искать потерявшийся телефон. Благодаря столь разнообразным способностям жизнь у Алисы насыщенная и яркая. Она снимается в кино, работает диктором, ведёт дискотеки и много чего ещё успевает. Виртуальные помощники понимают нас всё лучше. Не за горами тот день, когда они будут подсказывать решения проблем, которые мы ещё и осознать не успели. ^ _ ^

ЧЕЛОВЕК, ПРИРОДА, ОБЩЕСТВО И ТЕХНОЛОГИИ



Какова природа мыслей?

Чем человек отличается от животных?

Что такое сознание?

Достижимо ли бессмертие?

Насколько допустимо менять геном человека?

В чём главная задача образования — чему должна учить школа?

Удастся ли примирить науку и религию?

Как жить богато, но не разрушая природу?

Можно ли замедлить старение?

Мир реален?

Как появилась жизнь?

Сколько людей может прокормить Земля?

Существуют ли другие вселенные?

Получится ли остановить глобальное потепление?

Одиноки ли мы во Вселенной?

Нужно ли бояться искусственного интеллекта?

Должен ли человек летать в космос или это надо поручить роботам?

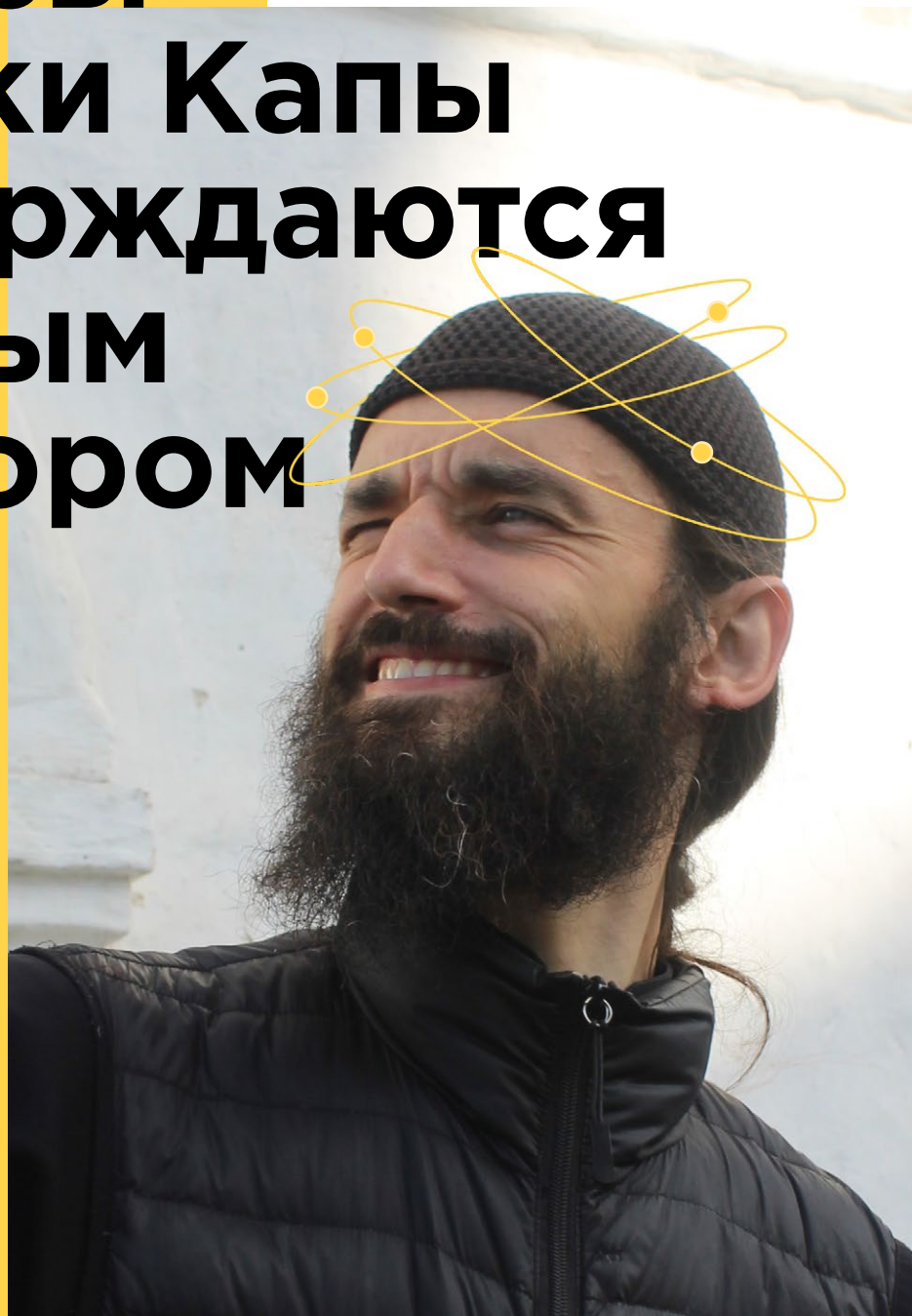
Что делать, чтобы войны, диктатура и террор исчезли из нашей жизни?

Может ли технологический прогресс сделать нас гуманнее и гармоничнее?

Рассказы бабушки Капы подтверждаются мюонным детектором

Как с помощью физики изучают монастырское подземелье

Игумен Пантелеимон, настоятель Свято-Троицкого Данилова монастыря в Переславле-Залесском, в ноябре прошлого года порадовал читателей своего Facebook неожиданной новостью: на территории обители началось масштабное исследование подземелий с помощью космического излучения. «Вот матчасть к моему вчерашнему хайпу», — шутит на своей странице игумен, ссылаясь на сайт НИТУ «МИСиС», который совместно с Физическим институтом РАН (ФИАН) проводит работы в монастыре. Не обделены юмором и его подписчики. «Отец, ты космический!))» — комментирует пост один из них. «Рассказы бабушки Капы подтверждаются мюонным детектором», — замечает другая. Среди местных жителей, особенно старшего поколения, бытует легенда о подземных ходах под монастырём, и теперь представился шанс её проверить.



✍ Любовь Шинкарук
(Школа научной журналистики «Кота Шрёдингера»)
📍 Мария Колобова
специально для «КШ»

Крёстный Ивана Грозного и вдова Лжедмитрия I

Белые стены Данилова монастыря — один из узнаваемых образов Переславля. Летними вечерами здешний покой нарушают только лягушки из соседнего пруда. Возможно, точно так же они квакали пятьсот лет назад, когда был основан монастырь.

Подземные помещения, которые сейчас изучают физики, построены в те годы, когда монастырь установил тесные связи с золотой столицей. Как сообщают летописи, в 1530 году основатель обители инок Даниил стал крёстным Ивана Грозного. Уже немолодой Василий III после двадцатилетнего бездетного брака праздновал появление первенца с должной торжественностью, выбрав для новорождённого сразу трёх крёстных отцов. Не исключено, что и крестины, и активное строительство храмов были попыткой замолить осуждавшийся церковью развод, на который царю пришлось пойти ради появления наследника. Во всяком случае, в суровые годы опричнины поступок Василия III считали одной из причин бед, обрушившихся на русские земли. Но пока в стране бушевали страсти, монастырь рос и укреплял позиции. В 1606 году в Переславле появились поляки. Когда вдову Лжедмитрия I Марину Мнишек отправили в ссылку в Ярославль, она со своей многочисленной свитой останавливалась здесь переночевать. Их впечатления уложились в **лаконичную заметку**: «Дня 30. Ночлег в Переславле... Там в доме царицы поймали бабу, снявшую кожу с жабы и начавшую что-то колдовать. Но её вовремя заметили». Это была Смута.

Через несколько лет поляки снова пришли в Переславль — разграбили его, разрушили многие сооружения, в том числе и Данилов монастырь.

Но жизнь продолжалась, обитель отстроили заново. Новые стены скрыли обломки старых, а вместе с ними была погребена и загадка монастырского прошлого, ведь в огне Смуты погибли технические планы строений.

Отец Родион, фараон и мюон

На стене монастыря табличка: «Вход через Святые врата».

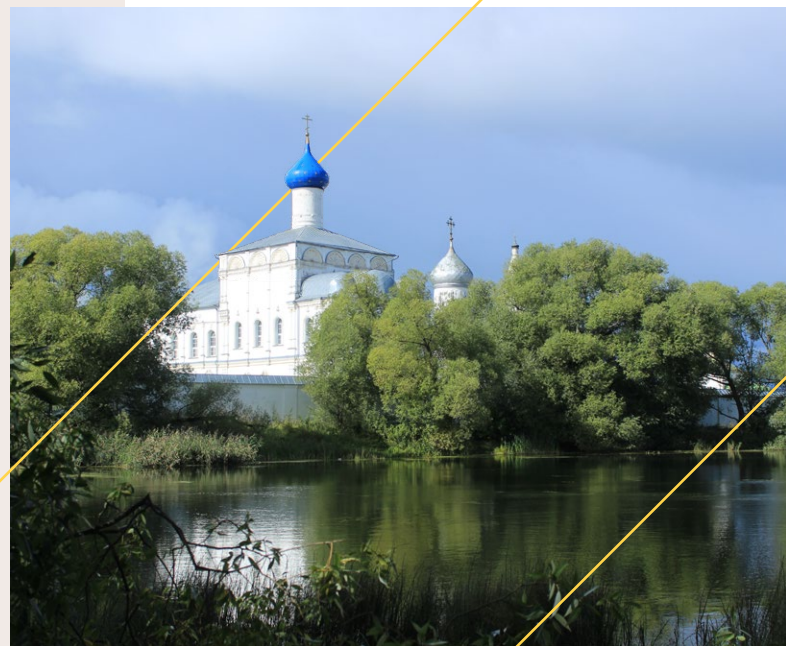
— Интересно, как понять, которые из них святые? — спрашивает моя подруга-фотограф.

— Наверное, вот эти, самые красивые, — отвечаю я.

Накрапывает дождик, мы трусцой добегаем до Святых врат — величественной арки с колоннами и куполом. Здесь мы договорились встретиться с настоятелем.

— Что ж вы мокнете, прячьтесь, — советует нам помятого вида мужчина. — Вы туристы? Я вот переславский. Живу, правда, на улице.

Из «Дневников Марины Мнишек». А точнее, из записей неизвестного поляка, сопровождавшего сыльную авантюристку.



— На улице?

— А что, город хороший, летом и на траве спать можно, если бы ещё змеи с лосями не мешались... Вы кого ждёте?

— Игумена, отца Пантелеимона. Мы на интервью.

— Батюшка у нас хороший, — расплывается в улыбке собеседник. — Ему в глаза как в небо посмотреть — такие чистые. Мы сначала не ладили, а потом я исповедался, так он растрогался. Меня и на трапезу с монахами пускают.

Вдали появляется фигура в чёрном — это отец Пантелеимон. Нам предстоит выяснить, как монастырские погреба попали под пристальный взгляд физиков.

Оказывается, на эксперимент настоятеля сподвиг иеромонах Родион, работающий в церковной комиссии по взаимодействию с научным сообществом. Они с отцом Пантелеимоном давние друзья.

— Обсуждалось применение современных методов в исследовании церковных артефактов, и он предложил: «Давай что-нибудь поковыряем». Я и ответил: «Можно посмотреть, что у нас в земле находится». Нагрянули учёные, и пошло-поехало.

Вместе с игуменом физики определили задачи проекта: изучить подвалы церкви Похвалы Божией Матери и окружение церкви Всех Святых — в этих храмах есть подвалы

и можно, ничего не нарушая, оказаться ниже уровня земли. По одной из легенд, подземный ход расположен именно между этими сооружениями.

Эксперимент начался в ноябре 2020 года и уже дал первые результаты. Так, удалось выяснить, что под церковью Похвалы находятся некие подземные помещения, не указанные на плане монастыря.

Пока данных для понимания, что именно перед (точнее, под) нами, недостаточно. Обнаруженные под землёй полости могут оказаться как подземными ходами, так и погребальными криптами или простыми погребями. Впрочем, интересно не только то, что конкретно обнаружат под церковью, но и метод, с помощью которого проводится исследование. В России это один из первых экспериментов в области археологии с применением мюонной радиографии.

Мюоны на Земле появляются при столкновении космических лучей с атмосферой.

Эти элементарные частицы — почти полная копия электронов, только в 207 раз тяжелее. Живут они недолго, чуть больше двух микросекунд. Но поскольку летят почти со скоростью света, успевают добраться до поверхности Земли и пройти вглубь.

С обычной материей мюоны взаимодействуют не слишком охотно. Каждую минуту на 1 квадратный метр земной поверхности обрушивается около 10 000 мюонных частиц, а мы этого даже не замечаем. До своего распада мюоны успевают преодолеть большие расстояния, легко проходя сквозь огонь, воду, медные трубы и толщу земли: их можно обнаружить на глубине более 2000 метров.

Мюонная радиография позволяет изучать внутреннее устройство объекта без непосредственного проникновения в него.

И в этом её преимущество перед археологическими раскопками, ведь древние предметы бывают очень хрупкими — об этом автор статьи, однажды чуть не уничтоживший по неосторожности древненовгородскую оглоблю, знает не понаслышке. Кроме того, археологи не всегда имеют возможность проводить раскопки в тех местах, где, по их предположениям, должно храниться нечто важное. В нашем случае, чтобы докопаться до истины, пришлось бы пожертвовать церковью Похвалы.

Впервые предложение об использовании космического излучения для решения задач геологоразведки выдвинул академик

А ещё Луис Альварес знаменит тем, что вместе с сыном-геологом обнаружил аномальное содержание иридия в слоях пород того времени, когда вымерли динозавры.

Это стало важным аргументом в пользу гипотезы, что гибели ящеров поспособствовал здоровенный метеорит. Откуда ещё, как не из космоса, взялся такому количеству этого элемента?

Мюоны были открыты в 1936 году при исследовании космического излучения. Учёные обнаружили частицы, которые, проходя через магнитное поле, отклонялись меньше, чем электроны, но больше, чем протоны. Вместе с электронами, кварками, нейтрино и другими элементарными частицами мюоны входят в Стандартную модель физики — набор кирпичиков, из которых состоит Вселенная.

АН СССР Пётр Лазарев ещё в 1926 году.

Но тогда столь подходящие для этой цели мюоны ещё не были открыты.

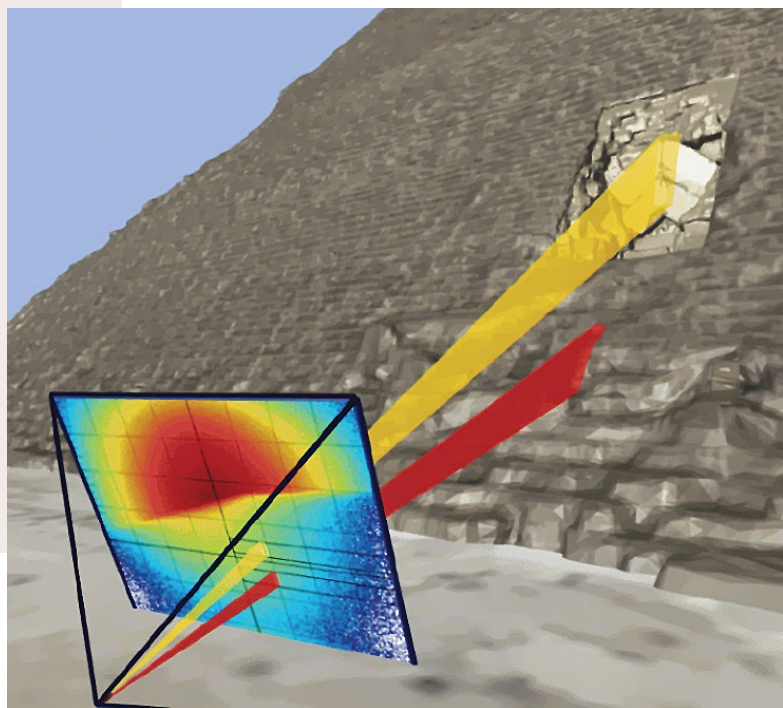
Одним из первых объектов, исследованных с помощью этих частиц, стала пирамида Хефрена в Египте: в 1969 году нобелевский лауреат по физике **Луис Альварес** попытался найти в ней пустоты, применив для этого мюонное просвечивание. В 2016 году громкую славу мюонам принесло открытие потайной комнаты в знаменитой пирамиде Хеопса. Подобных открытий в изучении пирамид не было с XIX века.

Сегодня мюонное излучение находит применение не только в археологии: с его помощью изучают вулканы, рудники, ядерные объекты и шахты. Так, вовремя обнаружив пустоты в шахте, можно предотвратить трагедию.

«Давайте я буду светить на вас, а вы на детектор?..»

Мюоны мы не видим и не чувствуем, для нас это естественный фон. О том, как происходила охота на космические частицы в подвалах переславского монастыря, рассказала Наталья Полухина — доктор физико-математических наук, заведующая лабораторией элементарных частиц ФИАна и научный руководитель проекта.

Метод работает так. Известна примерная плотность объекта, поэтому можно вычислить количество частиц, которые долетят до детектора. Смотрим, сколько их оказалось на самом деле. Если больше ожидаемого, значит, в объекте присутствуют пустоты, если меньше — речь, наоборот, идёт о чём-то





плотном, например о крупном камне.

Первым делом учёные осмотрели местность, перемерили высоты строений монастырского комплекса и даже нашли неточности в планах БТИ. Габариты зданий и расстояния между ними необходимо учесть с предельной точностью, чтобы понимать, какой путь пройдут мюоны, прежде чем их поймают детекторы.

Затем нужно было смоделировать эксперимент — определить, куда поставить приборы, чтобы они работали максимально эффективно. Была создана 3D-модель первого исследуемого объекта — церкви Похвалы Божией Матери.

Специально для работ в Даниловом монастыре изготовили 11 детекторов. В Переславле, кстати, находится одна из двух компаний в мире, производящих ядерную фотоэмульсию, которая используется в таких детекторах. Самый маленький прибор установили на чердаке для контрольных измерений, остальные разместили в погребах церквей. Я прошу игумена показать нам аппаратуру. Пока он ходит за ключами, есть время как следует осмотреться. Дождь прошёл, и с холма, на котором мы находимся, виден весь город: яркие деревянные домики, переливающиеся на солнце купола соседнего монастыря, лес вдалеке, уже подёрнутый золотом.

Красиво! Неудивительно, что у отца Пантелеимона чувство, будто он служит в Нарнии: — Втыкаешь железный прут, а вырастает фонарный столб. И дело не в особенностях почвы, — улыбается настоятель, — а в духовном настроении-устроении.

Мы заходим в маленькую церковь Всех Святых. Лестница, ведущая в подвал, завалена мешками со стройматериалами, мы пробираемся между ними и оказываемся в полной темноте. Пахнет штукатуркой, ладаном и сыростью.

— Эх, лампочка перегорела.

Включаем фонарики на телефонах. Должность настоятеля требует всегда быть на связи, и во время нашей беседы его несколько раз отвлекают звонками.

— Воскресенье — день самый нагруженный, а суббота — суетный, — вздыхает он.

В тусклом свете фонариков детекторы заметишь не сразу. Они прячутся по углам и тихо ловят космические лучи. Мы просим настоятеля встать рядом, для фото.

— Давайте я буду светить на вас, а вы на детектор?

Худошавый игумен в вязаной чёрной шапочке отбрасывает на стену тень Ильи Муромца в булатном шлеме.

— На вас столько света направлено, будто мы в фотостудии. Наверно, не думали, что в монастыре придётся работать моделью?

— Ой, — хмыкает игумен, — была история. В Переславле устраивали конкурс церковных фотографов. К нам пришло человек пятнадцать, всю службу щёлкали. Мне теперь ничего не страшно.

Я рассматриваю повернутый к стене детектор. Никак не подумаешь, что этот скромный ящичек способен уловить космические частицы. Внутри несколько слоёв ядерной фотоэмульсии — по сути, она похожа на обычную фотоплёнку, только намного толще. Заряженная частица, пройдя через детектор, оставит дорожку — мюонный трек. Учёные увидят этот след и смогут не только подсчитать количество пролетевших мюонов, но и определить их направление.

Детекторы обладают пространственным разрешением в 1 микрон (одна тысячная миллиметра), которое позволяет различать угловые направления частиц с очень высокой точностью.

Проанализировав первые результаты, физики и сами удивились степени детализации:

— Мы полагали, что объекты размером меньше одного метра распознать не удастся.

Но работа в подвале церкви Похвалы Божией Матери показала, что мы замечательно видим объекты в полметра. Методика работает! — объясняет Наталья Полухина. — Мы увидели особенности помещений. Скорее всего, это двери, переходы.

Но для того, чтобы уверенно говорить о деталях, нужно собрать больше информации. Понадобятся дополнительные точки пересечения с детекторов, которые уже переставили и установили под другими углами.

Современные мюонные детекторы очень неприхотливы. Благодаря вакуумной оболочке, защищающей эмульсию, они не страдают ни в сырых подвалах, ни у подножья вулкана. Их можно оставить на несколько месяцев без присмотра и забрать, когда придёт срок, главное — чтобы во время измерений они были неподвижны.

— Понимание со стороны игумена позволило всё сделать очень аккуратно. Детекторы были под надёжной защитой: их огородили лентой, и никто к ним не прикасался в течение трёх месяцев, — рассказывает Полухина. Правда, опасные моменты всё равно возникали: однажды подвал подтопило. А виной всему тот самый пруд с крикливыми лягушками. Помогло почти что чудо — как раз накануне завершилась первая часть эксперимента, и устройства перенесли. Сейчас детекторы находятся в другом подвале. Там сухо и компания хорошая: монахи хранят в нём запасы картошки и моркови.

Когда детекторы соберут достаточно информации, начнётся обработка результатов.

С помощью специальных микроскопов, различающих изображения с точностью до полумикрона, мюонные треки с проявленной фотоэмульсии оцифрует и проанализирует компьютерная программа. Чтобы сделать это вручную, замечает Наталья Полухина, понадобятся десятилетия:

— Это авторское программное обеспечение. Оно выделяет чёрные точки, образующие трек, и в память компьютера отправляется уже обработанная информация о каждом треке прошедшей через детектор частицы. Потом на основе данных о пространственном распределении треков делается заключение о плотности стены и наличии неоднородностей в её толще.

Самое сложное — анализ полученной информации. Треки нужно правильно идентифицировать, привязать к положению детектора, к объектам, которые находятся вокруг.

Тут легко ошибиться — подумать, что нашли большое пустое пространство, в то время как на самом деле это всего-навсего просвет между церквями.

Исследование здания в комплексе монастырских строений — задача геометрически более сложная, чем изучение внутренней структуры огромной пирамиды в пустыне. Кроме того, когда физики обсуждали схему расстановки детекторов на объектах наблюдения, выяснилось, что неизвестные пустоты находятся на одном уровне с подвалами, в которые можно поставить аппаратуру. Обычно детекторы устанавливают ниже изучаемой области, так как большинство мюонов падает сверху вниз. Оптимальным вариантом для космической охоты было бы выкопать яму глубиной два метра, но физики не рискнули — всё-таки работать пришлось не просто с объектом, а с объектом культурного наследия, историческим памятником! Но в данном случае частиц, падающих с горизонта, оказалось достаточно, хотя информацию пришлось собирать дольше.

«Научпоп — это я!»

Тот факт, что продвинутые технологии практически впервые были опробованы именно в Даниловом монастыре, не удивляет прихожан, хорошо знающих своего батюшку. Выпускник мехмата МГУ, мечтавший некогда об учёбе в США, избрал в результате духовную стезю, но не распрощался с наукой.

— Я с детства любил эпатаж. Зная это, мама как-то сшила мне красные джинсы. Вообще, мне кажется, что аккуратный, нежный эпатаж, который никому не делает больно, а разрушает надуманные границы, вполне допустим в любой среде, в том числе в церковной.

Мы рассуждаем о том, что разговорный, шуточный стиль в Facebook позволяет сломать стену между образом суперсерьёзного настоятеля и простыми людьми. В маленькой церкви голос отца Пантелеимона отдаётся гулким эхом. Говоря о важном, он прикрывает глаза.

— Когда я учился в семинарии, услышал один совет, который дали священнику, отправлявшемуся на приход: «Не забывай маленьких, большие сами о себе напоминают». Мне кажется, подход, когда стараешься не забывать маленьких, с одной стороны, ресурсоёмкий, а с другой — правильный. Здания ещё

постоять без капитального ремонта, а есть люди, которых надо накормить, полечить и утешить...

— Вернёмся к мюонам, раз у нас научпоп.

— Научпоп — это я, — хихикает батюшка.

С этим не поспоришь.

— Математическое образование из жизни не исключить, — вновь становится серьёзным отец Пантелеимон. — Оно сказывается на том, как я думаю.

— А как вы думаете?

— Любовь к математике формирует такое мышление, что, убедившись в чём-нибудь, начинаешь исходить из этого как из доказанной теоремы. Получается логическая цепочка: если Бог есть, надо жить по-христиански; если по-христиански, то с максимальной самоотдачей. Тут, соответственно, я логично пришёл и к монашеству, и к священству. Настоятель говорит, что математика научила его абстрактному мышлению, заставляя задумываться о вещах нематериальных и сложных — например, оперировать понятием «бесконечность».

— А хотели вы когда-нибудь, как образцовый средневековый монах, жить вдаль от мира, молиться и писать научные трактаты?

— Я так в скиту всё время и проводил, — улыбается игумен. — Делал переводы, кое-что редактировал, компьютерную лингвистику потихонечку осваивал.

Отец Пантелеимон почти 10 лет прожил в Свято-Преображенском скиту под Серпуховом, прежде чем в 2019 году ему неожиданно предложили стать настоятелем одной из переславских обителей. Сейчас он занимается лингвистическим исследованием богослужебных текстов с применением компьютерных методов и признаётся, что первой прочитанной в Даниловом монастыре книгой стала «Как работает Google». Несколько лет назад монастырь будто очнулся от тяжёлого сна, в который погрузился в 2016-м после **убийства предыдущего настоятеля**. Три года преступника не могли поймать, а обитель оставалась без пастыря. Но приехал отец Пантелеимон, и монастырь оживился: красиво встали указатели на храмы и QR-коды со ссылкой на аудиогид, на сайте появилась возможность безличных пожертвований, а у Святых врат — велопарковка, недавно начала работать добровольческая служба. Энергичный священнослужитель принял непосредственное участие и в разгадке тайн монастырского подземелья.


Игумен Даниил (Соколов) был убит в июле 2016 года в себя в келье. Сначала подозрения пали на повара. Его невиновность удалось доказать с помощью науки — убийца оставил на месте преступления свою ДНК, которая не совпала с генами подозреваемого. Настоящего преступника удалось найти лишь в 2020 году.


«Мы с отцом Родионом некоторое время вручную ловили мюоны детекторами НИТУ „МИСиС“, перед тем как их (детекторы) установили в подвале храма Похвалы. Stay safe, stay tuned. Подробности позже», — прикалывается Пантелеимон на своей страничке. Отец Родион, между прочим, выпускник МИФИ. Оба монаха вместе с учёными пишут научные работы по результатам исследования, в качестве соавторов участвуют сейчас в подготовке большой статьи в физический журнал. И ждут, пока мюоны окончательно раскроют тайны церковных подземелий. ^_^







Из книги «Просвещение продолжается: в защиту разума, науки, гуманизма и прогресса» ~~~~

 Автор: Стивен Пинкер – американско-канадский учёный, профессор Гарвардского университета. Основная часть его исследований посвящена мозгу и языку, но в последнее время он стал больше писать о глобальных социальных проблемах. А ещё Пинкер – популяризатор науки, многие его книги становились бестселлерами. Среди самых известных работ – «Язык как инстинкт», «Как работает мозг», «Чистый лист», «Лучшее в нас».

 Год издания на русском: 2021

 Издательство: «Альпина нон-фикшн»

 Переводчики: Галина Бородина, Светлана Кузнецова

Почему мы выбрали именно эту книгу

«Мир катится в пропасть»... «Мы живём в страшное время»... «Все эти научно-технические штуки уничтожат нашу цивилизацию»... «Кругом упадок культуры, морали и духовности»... Сколько раз нам доводилось слышать подобные высказывания! И когда мы пытаемся возражать, собеседники презрительно морщат нос: мол, ты просто не знаешь, что происходит в мире на самом деле.

Эта книга может стать хорошим подспорьем в дискуссиях с теми, кто вечно ноет на тему «как страшно жить». Главный тезис Стивена Пинкера: сегодня люди на планете Земля живут дольше, они здоровее, свободнее и счастливее, чем когда бы то ни было. И всё это не случайность, а победа идей просвещения и прогресса.

Если вы думаете так же, но вам не хватает аргументов, эта книга как раз для вас. Свои мысли Пинкер подкрепляет сотнями фактов, результатами исследований и очень убедительными графиками. Он последовательно борется с явлением под названием прогрессофобия, то есть страхом перед прогрессом и отказом признавать его достижения.

Сегодня люди на планете Земля живут дольше, они здоровее, свободнее и счастливее, чем когда бы то ни было. И всё это не случайность, а победа идей просвещения и прогресса

Быть прогрессофобом легко. Достаточно открыть новости в интернете, и на вас вывалятся сотни сообщений о перестрелках, конфликтах, катастрофах — убедительных иллюстраций к тезису «мир катится в тартарары». Пинкер как когнитивный психолог объясняет: нашему сознанию проще воспринимать частные негативные новости, чем глобальные положительные тенденции. История про жуткое убийство, случившееся в соседнем городе, оказывается убедительнее статистики, которая доказывает, что количество таких преступлений за последние два десятилетия уменьшилось в три с лишним раза и речь идёт о десятках тысяч жизней.

Негативное всегда ярче. Пинкер предлагает провести мысленный эксперимент, придуманный психологом Амосом Тверски: «Если вы представите, что чувствуете себя максимально хорошо, насколько это состояние будет отличаться от вашего состояния сейчас? А какой будет эта разница, если вы представите, что чувствуете себя максимально плохо?» И оказывается, что в первом случае мы обычно способны вообразить разве что чуть больше лёгкости в походке и чуть больше блеска в глазах, а во втором разница может быть огромной.

Пинкер показывает, как подобные когнитивные ловушки мешают нам замечать реальные улучшения. А они есть. Однако успех идей просвещения и прогресса вовсе не означает, что можно расслабиться и, лёжа на диване, наслаждаться жизнью. Современный комфортный мир — результат постоянного труда учёных, инженеров, врачей, учителей, правозащитников и многих-многих других людей. Если прекратить трудиться, то возможен откат в прошлое. Так что наша задача — продолжать делать этот мир лучше.



Помимо старения, деторождения и инфекционных заболеваний, у эволюции и энтропии нашлась для нас ещё одна злая шутка: постоянная потребность в энергии. Массовый голод издавна был частью человеческой судьбы.

Ветхий Завет рассказывает о семи годах голода в Египте; в Новом Завете Голод — один из четырёх всадников Апокалипсиса. Даже в середине XIX века неурожай мог обернуться внезапной катастрофой для самых благополучных уголков планеты.



Историк Фернан Бродель документально показал, что до начала Нового времени Европа страдала от голода каждые несколько десятилетий. В отчаянии крестьяне собирали недозревшее зерно, ели траву и человеческую плоть или стекались в города, где попрошайничали на улицах. Даже в лучшие времена многие получали большую часть калорий из хлеба и жидкой каши, и едва ли в достатке: экономист Роберт Фогель писал в книге «Избавление от голода и преждевременной смерти, 1700–2100», что «энергетическая ценность среднего рациона во Франции начала XVIII века была такой же, как в 1965 году в Руанде — на тот момент самой голодающей стране мира». Многие из тех, кто голодал, были слишком слабы для работы, что обрекало их на нищету. Голодные европейцы тешили себя кулинарной порнографией вроде рассказов о стране Кокань, где на деревьях растут блины, улицы вымощены булками, жареные поросята разгуливают с воткнутыми в спину ножами, чтобы их было легче резать, а варёная рыба сама выпрыгивает из воды людям под ноги.

Сегодня мы сами живём в Кокани, и наша проблема — не недостаток, а избыток калорий. Как подметил комик Крис Рок, «это первое в истории общество, в котором толстеют бедняки». С типичной для «первого мира» неблагодарностью критики современного общества (когда они не заняты борьбой с фэтшеймингом, стандартами худобы в модельном бизнесе или расстройтвами пищевого поведения) возмущаются эпидемией ожирения с пылом, более уместным в случае массового голода. Ожирение, несомненно, проблема общественного здравоохранения, но по историческим меркам иметь такую проблему довольно приятно.

Что же происходит в остальном мире? Массовый голод, который на Западе часто ассоциируют с Африкой и Азией, определённо перестал быть приметой современности.



За последнее время мир добился ещё одного удивительного и мало кем замеченного результата:



несмотря на бурный рост населения, развивающиеся страны теперь способны себя прокормить. Самый очевидный пример — Китай, где 1,3 миллиарда населения в среднем имеет доступ к 3300 килокалориям на человека в день, что по нормам правительства США соответствует потребностям высокоактивного молодого мужчины. Миллиард жителей Индии получает в среднем по 2400 килокалорий в день — это норма для высокоактивных молодых женщин и активных мужчин среднего возраста. В Африке средний для континента показатель находится посередине — 2600 килокалорий.



Голод всё ещё встречается (в том числе среди беднейшего населения развитых стран), а массовый голод имел место в 2011 году в Восточной Африке, в 2012 году в Сахеле и в 2016 году в Южном Судане наряду с близкими к массовому голоду ситуациями в Сомали, Нигерии и Йемене. Но по числу жертв эти кризисы несравнимы с регулярными бедствиями предыдущих веков.

Всего этого не должно было произойти. В 1798 году Томас Мальтус объяснил, что частые в его эпоху случаи массового голода неизбежны и что дальше будет только хуже:

«Если численность населения не контролировать, она растёт в геометрической прогрессии. Средства существования увеличиваются только в арифметической прогрессии. Даже поверхностное знание математики покажет превосходство первой силы над второй».

Тем самым он хотел сказать, что попытки накормить голодных приведут к ещё большей беде, поскольку те народы ещё больше детей, которые в свою очередь будут обречены на голод.

Не так давно мальтузианский подход казался влиятельным как никогда. В 1967 году Уильям и Пол Пэддоки выпустили

Как подметил комик Крис Рок, «это первое в истории общество, в котором толстеют бедняки». С типичной для «первого мира» неблагодарностью критики современного общества возмущаются эпидемией ожирения с пылом, более уместным в случае массового голода

книгу «Голод 1975!», а в 1968-м Пол Эрлих написал труд под названием «Популяционная бомба», в котором провозгласил, что «битва за то, чтобы накормить все человечество, окончена», и предсказал, что к 1980 году от голода умрут шестьдесят пять миллионов американцев и четыре миллиарда прочих жителей планеты.



Где же в математику Мальтуса вкралась ошибка?



С момента зарождения сельского хозяйства десять тысяч лет назад люди с помощью селекции генетически модифицировали растения и животных так, чтобы их было как можно проще разводить и употреблять в пищу и чтобы нам доставалось как можно больше калорий и как можно меньше токсинов. Дикий предшественник кукурузы был травой с несколькими жёсткими зёрнами; дикая морковь на вид и на вкус напоминала корень одуванчика; дикие предшественники многих фруктов были горькими, едкими и твёрдыми как камень. Сообразительные крестьяне совершенствовали ирригацию, сельскохозяйственные орудия и органические удобрения, но последнее слово всё равно оставалось за Мальтусом. Только в эпоху Просвещения и промышленной революции люди поняли, как выгнуть эту кривую резко вверх.

В «Путешествиях Гулливера» Джонатана Свифта (1726) король Бробдингнега в разговоре с главным героем так описывает этот моральный императив: «...всякий, кто вместо одного колоса или одного стебля травы сумеет вырастить на том же поле два, окажет человечеству и своей родине большую услугу, чем все политики, взятые вместе». Вскоре после этого колосьев в самом деле стали выращивать больше — это стало результатом так называемой аграрной революции в Британии. Вслед за севооборотом и усовершенствованием плугов и сеялок пришла механизация, когда ископаемое топливо заменило мышечную силу человека и животных. В середине XIX века двадцать пять работников могли собрать и вымолотить тонну зерна в день; сегодня один человек за рулём зерноуборочного комбайна делает это за шесть минут. Машины решают и другую проблему, по определению присущую сельхозпродукции. Как знает любой огородник, в августе одновременно созревает много кабачков, но потом они быстро гниют или их съедают вредители. Железные дороги, каналы, грузовики, зернохранилища и холодильники сглаживают пики и провалы в предложении, а информация, заложенная в ценах, помогает добиться его равновесия со спросом. Но поистине колоссальный прорыв совершила химия. Буква N в слове SPONCH — акрониме, по которому в американских школах учат запоминать химические элементы



в составе наших тел, — соответствует азоту, важнейшему ингредиенту белков, ДНК, хлорофилла и молекулярного аккумулятора энергии АТФ. Атомы азота в огромном количестве присутствуют в воздухе, но там они связаны по два (отсюда химическая формула N_2), и их сложно разделить, чтобы растения могли их использовать. В 1909 году Карл Бош доработал изобретённый Фрицем Габером процесс вытягивания азота из воздуха при помощи метана и водяного пара. В результате в промышленных масштабах получают удобрения, которые можно использовать вместо огромного количества птичьего помёта, ранее требовавшегося для возвращения азота в истощённую почву. Два этих химика возглавляют список учёных XX века, спасших наибольшее число жизней в истории, с показателем 2,7 миллиарда человек.

Так что забудьте про арифметическую прогрессию: за прошедший век урожайность зерна на гектар резко подскочила, тогда как реальные цены на него резко упали. Уму непостижимо, как много мы сэкономили.



В 1950-х и 1960-х годах ещё один спаситель миллионов жизней, Норман Борлоуг, пережитрил эволюцию и положил начало Зелёной революции в развивающихся странах. В природе растения тратят много энергии и питательных веществ на формирование деревянистого стебля, который поднимает их листья и соцветия выше тени от соседних сорняков и друг друга.

При всей важности сельского хозяйства продовольственная безопасность зависит не только от него. Массовый голод случается не только когда еды мало, но и когда люди не могут её себе позволить, когда армии лишают доступа к ней или когда правительству всё равно, сыто население или нет

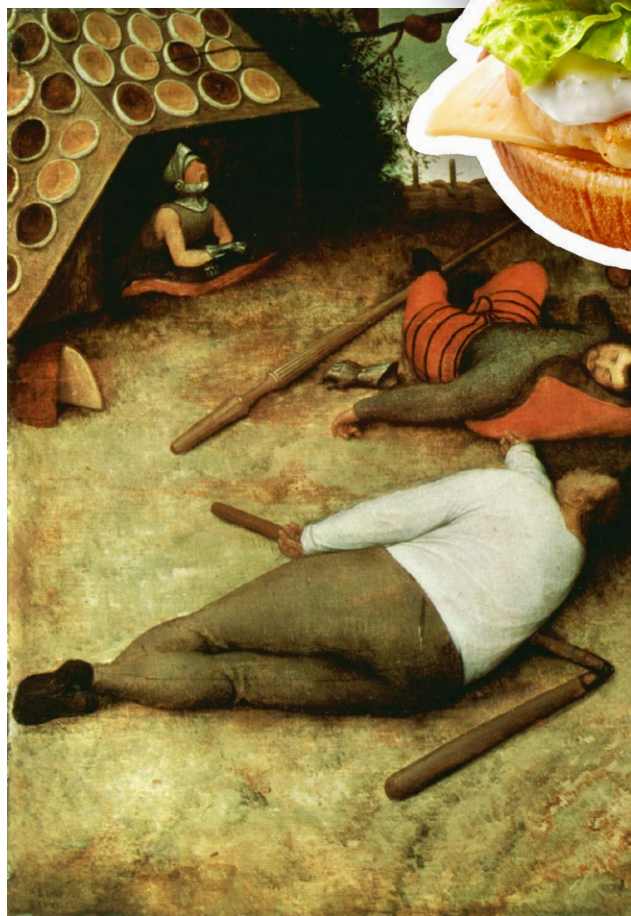
Как фанаты на рок-концерте, они стараются высунуться повыше, но лучше видно всё равно никому не становится. Так всегда работает эволюция: недалёковидная цель её отбора — благополучие индивидуума, а не вида в целом, не говоря уже о каких-то других видах.

С точки зрения крестьянина высокая пшеница мало того что расходует энергию на несъедобные стебли — при использовании удобрений колос тяжелеет настолько, что стебли всё равно ломаются. Борлоуг взял эволюцию в свои руки: он скрестил тысячи образцов пшеницы и отобрал потомство с короткими стеблями и высокой урожайностью, устойчивое к ржавчине злаков

и нечувствительное к продолжительности светового дня. После нескольких лет «немыслимо монотонного труда» Борлоуг вывел сорта пшеницы (а позже кукурузы и риса), во много раз более урожайные, чем их предшественники.



Благодаря Зелёной революции миру теперь нужно меньше трети площадей, которые раньше требовались для производства того или иного объёма продовольствия. Ещё одним свидетельством изобилия является тот факт, что с 1961 по 2009 год территория под посевами увеличилась





на 12%, тогда как объём произведённого продовольствия — на 300%.



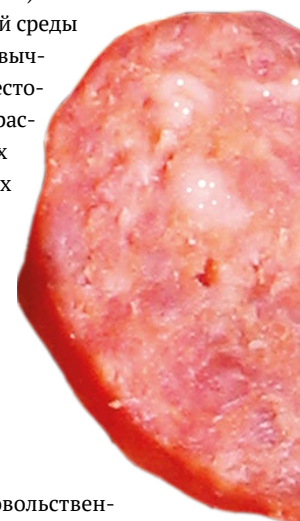
Учёный-эколог Джесси Осубел пришёл к выводу, что мир сейчас достиг пиковой площади сельскохозяйственных угодий: возможно, нам уже никогда не понадобится столько земли, сколько мы обрабатываем.

Как и все достижения прогресса, Зелёная революция с самого начала вызвала шквал критики. Высокотехнологическое агропроизводство, говорили недовольные, расходует ископаемое топливо и грунтовые воды, использует гербициды и пестициды, подрывает традиционное натуральное сельское хозяйство, биологически противостоит природе и приносит деньги корпорациям. Учитывая, что благодаря ему были спасены жизни миллиарда людей и массовый голод отправился на свалку истории, мне кажется, цена эта вполне разумна. Более того, нам неизбежно придётся платить её вечно. Прелесть научного прогресса в том, что он никогда не обрекает нас на использование одной-единственной технологии, но постоянно разрабатывает новые, которые создают меньше проблем.



Генная инженерия сейчас может за несколько дней достичь того, на что у крестьян прошлого уходило тысячелетия

и на что Борлоут потратил годы «немыслимо монотонного труда». Генно-модифицированные культуры имеют более высокую урожайность и содержат больше жизненно необходимых витаминов, они устойчивы к засухам, засолению почв, болезням, вредителям и гниению, им нужно меньше земли, удобрений и трудовых затрат. Сотни исследований, все крупнейшие научные и медицинские организации мира, а также более сотни нобелевских лауреатов засвидетельствовали их безопасность (что неудивительно, ведь не генно-модифицированных культур не бывает). Однако традиционные защитники окружающей среды с их, как выразился эколог Стюарт Бранд, «привычным равнодушием к голодающим» затеяли крестовый поход против генно-модифицированных растений во имя защиты людей — не только сытых гурманов в богатых регионах мира, но и бедных крестьян в развивающихся странах. Этот протест исходит из священного, хотя и бессмысленного понятия «естественности», в результате чего его адепты осуждают «генетическое загрязнение» и «игры с природой», восхваляя «настоящую еду», которая производится «экологичными методами».



При всей важности сельского хозяйства продовольственная безопасность зависит не только от него. Массовый голод случается не только когда еды мало, но и когда люди не могут её себе позволить, когда армии лишают доступа к ней или когда правительству всё равно, сыто население или нет.



В XIX веке массовый голод обычно вызывали засухи и болезни растений, но в колониальных Индии и Африке его усугубляли бездушие, некомпетентность, а иногда и намеренные действия чиновников, не испытывавших филантропической заинтересованности в благополучии подданных.



Позже кошмарная череда политических катастроф привела к отдельным случаям массового голода на протяжении всего оставшегося столетия. Из семидесяти миллионов людей, погибших в результате массового голода в XX веке, 80% стали жертвами насильственной коллективизации, карательной конфискации и тоталитарного центрального планирования при коммунистических режимах.



Когда секреты производства огромного количества еды раскрыты, а инфраструктура, необходимая для его транспортировки, создана, для победы над голодом нам остаётся побороть бедность, войны и авторитарные режимы. Давайте посмотрим, какого прогресса мы достигли в противодействии каждому из этих бичей человечества... ^_^

Внимание!

Здесь работает лауреат Шнобелевской премии.

Не входите без мяу-мяу!

«КШ» спросил у лауреатов Ig Nobel Prize, что они думают о влиянии юмора на науку и российскую экономику.

✍ Григорий Тарасевич ^
✍ Никита Лавренов

Шнобелевская премия, Ig Nobel Prize, Игнобелевская премия... Эта шутовская научная награда по популярности может конкурировать разве что с настоящей Нобелевской премией. Каждый год журнал *Annals of Improbable Research* вручает её учёным, чьи исследования заставили «сначала засмеяться, а потом задуматься».

Из-за ковида в 2021 году церемония награждения проходила в дистанционном режиме. Даже главный приз — банкнота в 10 триллионов зимбабвийских долларов (разумеется, фальшивая) — рассылался победителям по электронной почте. Но градус научности и ироничности, несмотря на это, был высоким. Достаточно сказать, что в мероприятии участвовали девять лауреатов Нобелевской премии.

Мы задали двум лауреатам Шнобелевской премии несколько очень важных вопросов:

- 1 Что вы испытали, узнав о присуждении награды? Это почётно? Обидно? Не вызывает никаких эмоций?
- 2 Будет ли теперь на двери вашего кабинета висеть табличка «Здесь сидит лауреат Ig Nobel Prize. Без стука не входить!»?
- 3 Чем ваше открытие может помочь российской экономике?
- 4 Какую роль, по вашему мнению, играют в науке юмор и ирония?
- 5 Русский учёный Андрей Гейм сначала получил Ig Nobel Prize, а потом Nobel Prize. Нет ли у вас таких амбиций?

Мяузыка

Сюзанна Шёц, лауреат Ig Nobel Prize в номинации «Биология»

Кто

Доцент кафедры фонетики, старший преподаватель отделения логопедии, фониатрии и аудиологии Лундского университета (Швеция). Премию получила вместе с коллегами по университету.

За что

За исследования по расшифровке языка кошек. В частности, за анализ вариаций мурлыканья, чириканья, болтовни, трелей, щелбета, бормотания, мяуканья, стонов, писка, шипения, воя, рычания и других способов общения кошки с человеком.

Среди названий научных работ, которые побудили жюри присудить эту премию, особенно радует «Мелодия в общении человека и кошки (мяузыка): истоки, прошлое, настоящее и будущее». Во время церемонии награждения Сюзанна Шёц лично продемонстрировала с десяток типов кошачьих позывных — немножко помяукала.

Что ответила

1. Когда я узнала, что мне присудили Ig Nobel, то несколько не обиделась, а была очень удивлена и, конечно, польщена.
2. На двери кабинета я бы лучше повесила табличку «Внимание! Здесь работает лауреат Шнобелевской премии. Не входите без мяу-мяу!».
3. Если российские владельцы кошек научатся лучше понимать своих питомцев, возможно, они станут счастливее — и те и другие, — а там и экономика улучшится.
4. Наука — дело серьёзное, но юмор помогает мыслить нестандартно.
5. У меня нет амбиций получить Нобелевскую премию, я довольна Шнобелевской.

Носороги вверх ногами

Робин Рэдклифф, лауреат Ig Nobel Prize в номинации «Транспорт»

Кто

Робин Рэдклифф, ветеринар, специализирующийся на диких животных, сотрудник колледжа ветеринарной медицины Корнеллского университета и Корнеллского центра здоровья дикой природы. Приз разделил с коллегами из Намибии, ЮАР, Танзании, Зимбабве, Бразилии, Великобритании и США.

За что

За экспериментальное определение безопасности транспортировки по воздуху носорогов, подвешенных вверх ногами.

На самом деле тема не такая уж весёлая. Чёрным носорогам в Африке угрожает исчезновение, в первую очередь из-за браконьеров. Чтобы спасти животных, защитники природы перевозят их в безопасные места. Делается это так: сначала носорога усыпляют, потом подвешивают вверх ногами к вертолёту и перемещают в нужное место.



Возник вопрос: а не опасно ли для носорога такое путешествие? Чтобы выяснить это, привлекли биологов, которые экспериментально проверили показатели дыхания и метаболизма животного при полёте вниз головой. В исследовании приняли участие 12 чёрных носорогов (9 самцов и 3 самки) массой от 804 килограмм до 1,234 тонны. Детальный анализ выявил, что необычный способ перевозки не вредит животным — защитники природы могут спать спокойно.

Что ответил

1. Я был очень рад получить Шнобелевку! Знаю, некоторые видят в ней пародию на настоящую премию, Нобелевскую. Однако наше исследование смертельно серьёзно: оно помогает спасти носорогов, которым грозит полное исчезновение. Это благородное дело — уверен, вы с этим согласитесь. Кроме того, наша работа идеально соответствует цели Шнобелевской премии: заставить людей смеяться, а затем задуматься. Висящие вверх ногами носороги — это забавно, но потом люди задаются вопросом о причинах этого странного явления.
2. Идея с табличкой мне нравится. Здесь, в Корнеллском университете, было гораздо больше нобелевских лауреатов, чем лауреатов Ig Nobel Prize. Это веская причина заявить, что здесь работает шнобелевский лауреат!
3. Наше исследование сделает транспортировку любых исчезающих видов более безопасной. Если оно поможет спасти амурских тигров, это может оказать положительное влияние на российскую экономику: тигры привлекут больше туристов.
4. Я считаю, что юмор в науке имеет решающее значение для формирования нестандартного мышления и духа новаторства. Учёный, который может посмеяться над своими ошибками и извлечь из них уроки, с большей вероятностью сделает великое открытие.
5. Думаю, что те немногие учёные, которые получили и Нобелевскую, и Шнобелевскую премии, должны больше дорожить именно последней, ведь она вызвала больше радости и улыбок.

P. S. Мне нравятся название и тема вашего журнала! ^ _ ^

Всё прекрасно, особенно премия за кошачий язык. Я вот только про носорогов не понял. Почему их нельзя перевозить в нормальном положении? Написал об этом лауреату Шнобелевской премии, но получил ответ от робота: мол, владелец этого электронного адреса находится в экспедиции и отвечать не может. Или не хочет?





ПРАВИТЕЛЬСТВО
МОСКВЫ



МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



РОССИЙСКАЯ
АКАДЕМИЯ
НАУК

ВСЕРОССИЙСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ НАУКА +

МОСКВА / 8–10 ОКТЯБРЯ

КЛЮЧЕВОЕ МЕРОПРИЯТИЕ В РАМКАХ
ГОДА НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ РФ



- 📍 МГУ
- 📍 ЭКСПОЦЕНТР
- 📍 ЗАРЯДЬЕ
- 📍 ПРЕЗИДИУМ РАН
- 📍 МИСИС
- 📍 РХТУ
- 📍 МАИ
- 📍 МУЗЕЙ КОСМОНАВТИКИ
- 📍 ЯНДЕКС
- 📍 КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ
- 📍 НИУ ВШЭ
- 📍 А ЕЩЕ ПЛОЩАДКИ В БОЛЕЕ ЧЕМ 90 ВУЗАХ,
МУЗЕЯХ И НАУЧНЫХ ЦЕНТРАХ



FESTIVAL
NAUKI.
RU

0+

ВХОД
СВОБОДНЫЙ



СМЕШАННЫЙ ФОРМАТ:
ОЧНОЕ И ДИСТАНЦИОННОЕ
УЧАСТИЕ

В ЭТОМ ГОДУ ФЕСТИВАЛЬ СОБЕРЁТ УЧЁНЫХ СО ВСЕХ ШЕСТИ КОНТИНЕНТОВ НАШЕЙ ПЛАНЕТЫ – СЕВЕРНОЙ И ЮЖНОЙ АМЕРИКИ, АФРИКИ, АВСТРАЛИИ, АНТАРКТИДЫ, ЛУЧШИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ИЗ РОССИИ, ЛАУРЕАТОВ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРЕМИЙ, МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ, И, КОНЕЧНО, ЛАУРЕАТОВ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ.

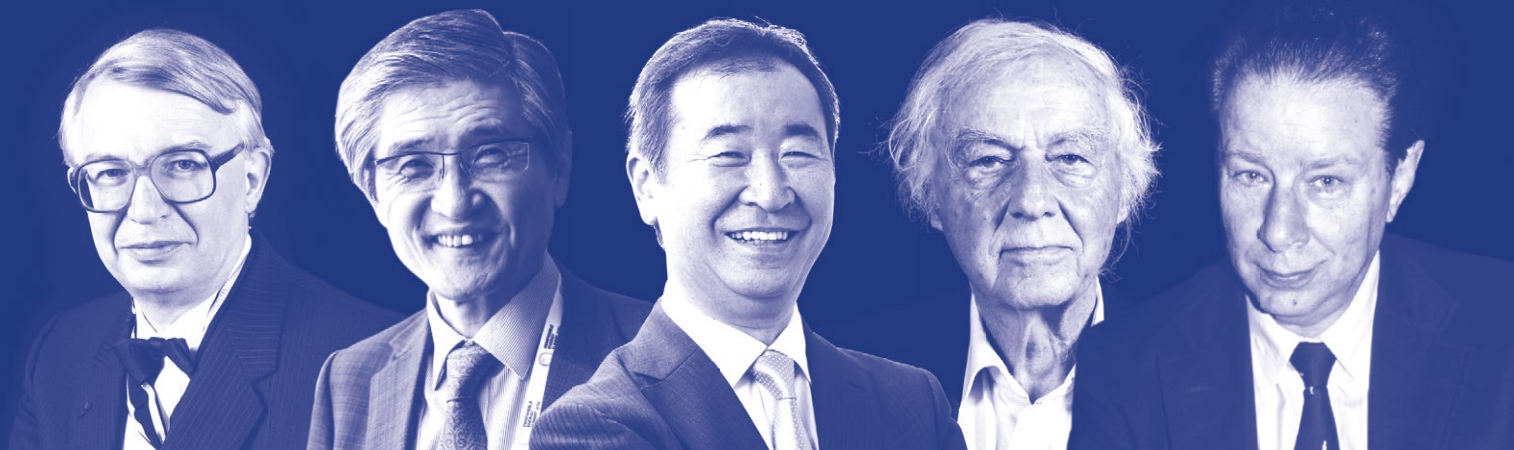


Откроет Фестиваль НАУКА 0+ в Москве актовая лекция ректора МГУ академика Виктора Садовниченко, посвящённая вкладу российских учёных в Нобелевскую премию этого года. Фестиваль ежегодно проходит во время «нобелевской недели», комментариев ректора по результатам присуждения главной научной премии в мире – обязательный атрибут торжественной церемонии открытия.

10 000 МЕРОПРИЯТИЙ **500** ПЛОЩАДОК **1 000** УЧАСТНИКОВ

Всероссийский фестиваль науки НАУКА 0+ станет одним из основных мероприятий Года науки и технологий в России. Лекционные треки и интерактивная выставка будут полностью отражать тематические месяцы Года. Ведущие научные институты, вузы и технологические компании покажут свои новейшие разработки, подробно раскрывая каждую из тем. Фестиваль организуют Министерство науки и высшего образования России, Правительство Москвы, МГУ имени М.В. Ломоносова при поддержке Российской академии наук.

К НАМ ЕДУТ НОБЕЛЕВСКИЕ ЛАУРЕАТЫ



ЖАН-МАРИ ЛЕН

Лауреат Нобелевской премии по химии, Франция

РАЕ КВОН ЧУНГ

Лауреат Нобелевской премии мира, Южная Корея

ТАКААКИ КАДЗИТА

Лауреат Нобелевской премии по физике, Япония

РОБЕРТ ХУБЕР

Лауреат Нобелевской премии по химии, Германия

СИДНИ ОЛТМЕН

Лауреат Нобелевской премии по химии, США

ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПАРТНЕРЫ



При поддержке



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ

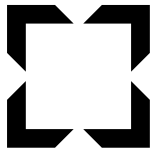


СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР



ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ





Ростех



Создавая
будущее

Повышение качества жизни людей
через создание высокотехнологичных
«умных» продуктов