



Издаётся при поддержке
Минобрнауки России



МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ФЕСТИВАЛЬ
НАУКА 0+



Научно-популярный
журнал **kot.sh**

КОТ ШРЁДИНГЕРА

#03(61) 2025

ЗАГЛЯНУТЬ
В ЧЁРНУЮ ДЫРУ

ГЛАВНЫЕ ОТКРЫТИЯ
РОССИЙСКОЙ
АРХЕОЛОГИИ

СВИНИЙ
ПОДЕЛЯТСЯ ОРГАНАМИ
С ЛЮДЬМИ

ОТДАТЬ СВОЙ
МОЗГ НАУКЕ

СМОТРИМ НА НЕБО!



Самое важное из жизни российской науки



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
и ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МГУ 270
1755 2025

МОСКОВСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

300 лет
Российской Академии Наук



Центр
педагогического
мастерства

• 22
31
десятилетие
науки и технологий

СЕНТЯБРЬ-ДЕКАБРЬ
ВО ВСЕХ РЕГИОНАХ СТРАНЫ

festivalnauki.ru



ТВОЯ КВАНТОВАЯ
ВСЕЛЕННАЯ

0+

ВХОД
СВОБОДНЫЙ

20 МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ФЕСТИВАЛЬ
НАУКА +

ВОЛЬНОЕ ДЕЛО
ФОНД ОЛЕГА ДЕРИПАСКА

Фармэко

РОСАТОМ

СБЕР

СИБУР

РНФ

в центре
науки

tacc

РОССИЯ
телевидение и радио

1

RT 20

РГ Медиа

КОТ
ШРЕДИНГЕР

M24

НАУКА И ЖИЗНЬ

Научная Россия

ДУМАЙ

nosd.ru

H

НАУКА

TехИнсайдер

ПОСТНЫЙ

metro

Indicator.Ru

InScience.News

ENERGIЯ Г
ООО АО «Энергия Г»

@ наука

Поиск



X

Журнал «Кот Шрёдингера»
№ 4 (57) 2023 г.

Учредитель и издатель
ООО «Дирекция Фестиваля
науки»

Адрес: 119992, г. Москва,
ул. Ленинские Горы, д. 1,
стр. 77

Тел.: (495) 939-55-57

Сайт: www.kot.sh

ВК: 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 коммуникаций.

Для читателей старше 12 лет

Издаётся при поддержке
Минобрнауки России,
Минцифры России

Шеф-редактор:

Григорий Тарасевич

Главный редактор: Виталий
(Эдуардович) Лейбин

Соцсети: Андрей Константинов

Выпускающий редактор:

Мария Кисовская

Корректор: Ольга Готлиб

Директор фотослужбы:

Валерий Дэлошинский

Арт-директор: Сергей Кузерин

Технический редактор:

Ирина Круглова

Макет: Данила Шорох

Дизайн котов: Евгений Ильин

А вообще над номером работало
много хороших людей, за что
мы им очень благодарны.

При создании этого номера
ни один кот не пострадал.

Если вы перепечатываете
материалы журнала, обязательно
давайте активную ссылку
на наши ресурсы. А то мы
обидимся.

© ООО «Дирекция Фестиваля
науки», 2023

Обложка:
????

● И снова мяу, дорогие читатели!

До меня дошли слухи, что еноты начали одомашниваться — у них укорачивается морда (это характерная часть «синдрома одомашнивания») и снижается агрессивность. Умение выживать в городе стало важнейшим условием эволюционного успеха для них. Преуспевают любопытные и спокойные — не агрессивные, но и не боящиеся людей.

Исследователи пишут, что одомашнивание обычно ошибочно воспринимают как сознательный процесс, которым занимаются люди, — «искусственный отбор». Но это совсем не так, и, добавлю от себя, это просто возмутительное мнение!

На самом деле процесс одомашнивания у разных видов начинается с адаптации к новой экологической нише — среди обитания человека. Здесь столько пищевых отходов! И нет крупных хищников! Среда обитания человека — очень привлекательная ниша для животных. Но чтобы жить в этой среде, нужно приспособиться к людям: необходимы осторожность и осмотрительность, но, что ещё важнее, наибольшего успеха добиваются животные с ослабленной реакцией «сражайся или беги». То есть животные сами выбирают, оставаться ли им с людьми, — и постепенно одомашниваются, теряя самые дикие черты.

Енотам желаю успеха, но нам, котам, всё это было прекрасно известно! Кошек и сейчас называют «полуодомашненными»: они легко возвращаются к дикому образу жизни и отличаются от своих диких предков лишь немногими чертами — длиной кишечника, размером мозга и несколькими изменениями в поведении вроде мяуканья для людей. Что нам, жалко, что ли? Мяу!



Содержание ↴

ТЕМА НОМЕРА

4 ▶ От каменного века до Ярослава Мудрого
Главные открытия последних двух лет

ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ

16 ▶ В защиту чёрных дыр
Почему космические монстры такие милашки



СУММА ТЕХНОЛОГИЙ

28 ▶ Посмотри наверх
Репортаж с Кавказа о самых главных телескопах

ДИКТАТУРА БУДУЩЕГО

34 ▶ Чистые свиньи, похожие на людей
Откуда мы возьмём запасные органы

ПОРТФОЛИО

42 ▶ Музейная красота
Надежда Ладыгина-Котс.
Работы одного из крупнейших зоопсихологов мира



Заведи себе «КОТА»!



«Кот Шрёдингера» — один из лучших научно-популярных журналов страны, планеты, Солнечной системы, да что там — Галактики! По крайней мере, нам так кажется.

Всё самое интересное впереди!



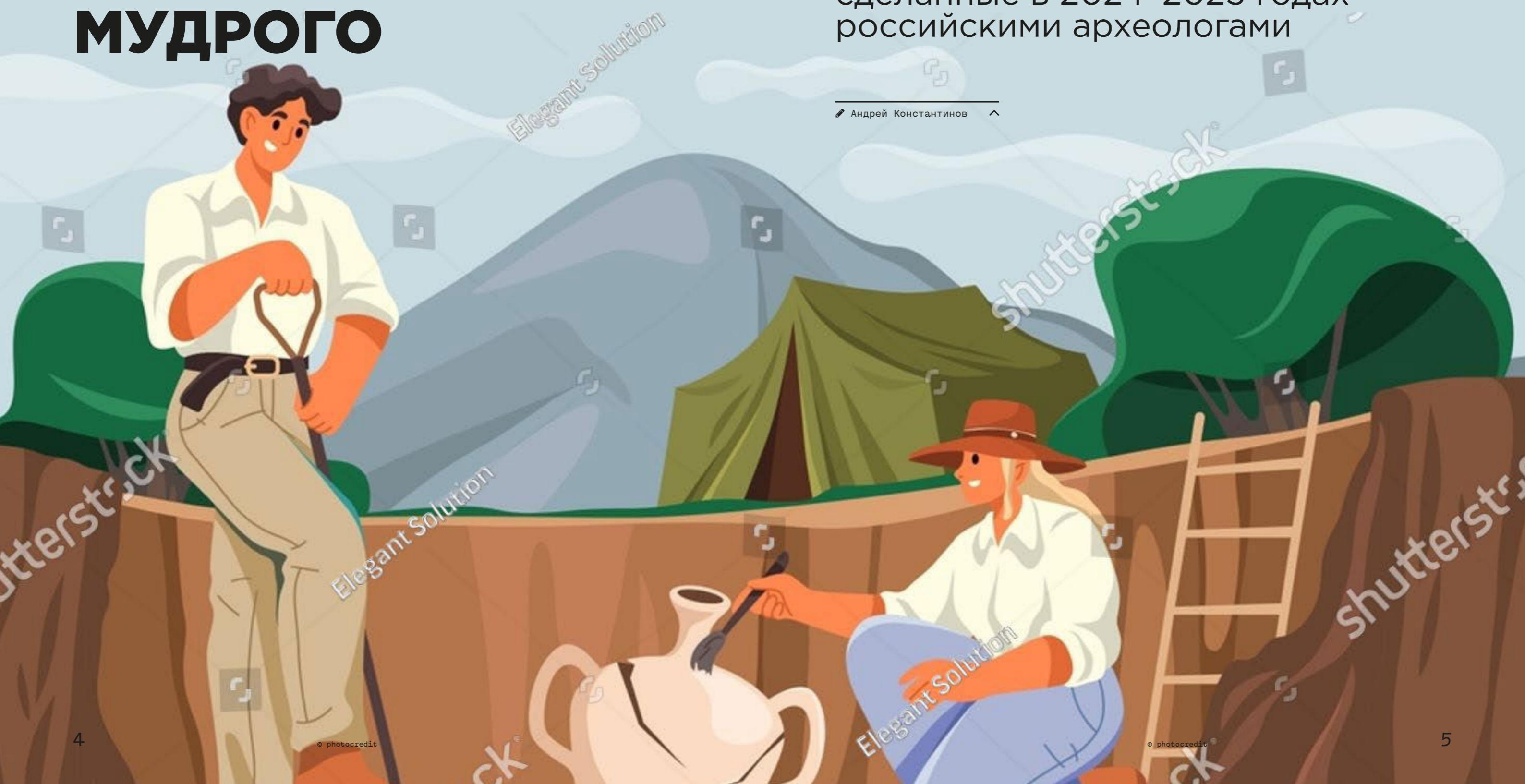
Купить любой выпуск печатного журнала



Читать журнал в ВК

ОТ КАМЕННОГО ВЕКА ДО ЯРОСЛАВА МУДРОГО

Редактор «Кота Шрёдингера»
выбрал самые громкие
и интересные открытия,
сделанные в 2024–2025 годах
российскими археологами



Голубая краска в пещерном святилище

Эпоха: Палеолит, 16–20 тысяч лет назад

Место: Капова пещера на Южном Урале, в башкирском заповеднике «Шульган-Таш»



Летом 2025 года студенты МГУ им. М. В. Ломоносова впервые обнаружили четвёртый цвет в пещерных святилищах палеолита — небесно-голубой! Но обо всём по порядку.

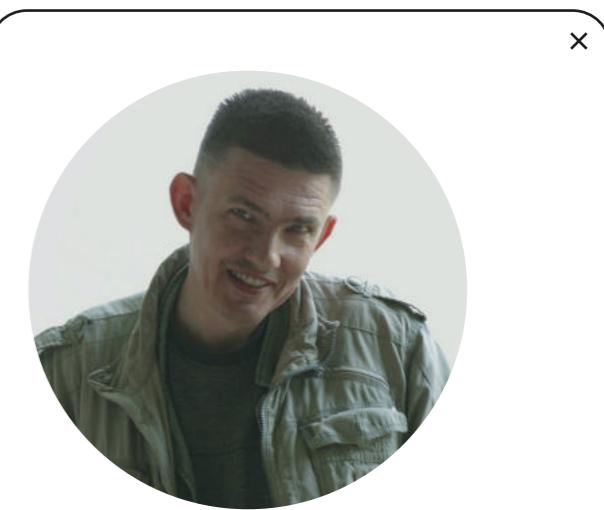
Люди каменного века обычно в пещерах не жили — они вообще предпочитали перемещаться вслед за миграциями животных. А разрисованные древними художниками пещеры служили аналогом храмов. Археологи нашли в Европе уже около 400 пещерных святилищ эпохи верхнего палеолита. Большинство из них

расположены в одном регионе, на севере Испании и юге Франции. Но есть и в других местах, в том числе три в России: Игнатиевская, Серпневская-2 и Капова пещера на Южном Урале, самая богатая рисунками. В ней нашли нарисованные 16–20 тысяч лет назад фигуры мамонтов и других животных того времени, даже верблюда, единственного на весь палеолит! Во всех этих пещерах фигуры, знаки и узоры на стенах были нарисованы минеральными красками только трёх цветов: чёрный, жёлтый и красный. Возможно,



Капова пещера, или пещера Шульган-Таш, расположена в башкирском заповеднике Шульган-Таш, в 350 км от Уфы. Протяжённость пещеры, состоящей из трёх этажей, — около 3 км. До открытия изображений в Каповой пещере в 1959 году пещерная живопись считалась характерной только для западной части Европы. В 2025 году Капова пещера (первым из объектов на территории Башкирии) была внесена в список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Большая часть наскальных изображений в пещере — это пятна красного пигмента, представляющие собой размытые фигуры и остатки полуострётых рисунков. Их около двухсот, но относительно хорошо сохранились не более 50. Поэтому неясно, что изображено в большинстве случаев — но есть и понятные изображения: геометрических знаков, а также лошадей, мамонтов, шерстистых носорогов, бизона и верблюда, выполненных в стиле палеолитического реализма.

у древних была по этому поводу какая-то строгая символическая традиция. Но в июне первокурсники исторического факультета МГУ на археологической практике разбирали находки из раскопок в Каповой пещере. И среди сероватых и темноватых камешков заметили нечто яркое. Вскоре археологи поняли, что впервые найдены материалы, свидетельствующие об использовании в святилище



Археолог Владислав Житенёв, руководитель экспедиции, доцент кафедры археологии исторического факультета МГУ, один из ведущих специалистов по искусству палеолита в целом и Каповой пещеры в частности:

«Обрушение тезиса о строгой предопределённости использования трёх цветов в пещерных святилищах с настенными изображениями верхнего палеолита в корне меняет устоявшиеся за последние более чем сто лет представления не только о символике цвета пещерного искусства, но и об облике и развитии культуры палеолита. Выявленные факты свидетельствуют о значительно более сложном уровне культуры верхнего палеолита и являются одним из важнейших открытий последних лет не только в области истории искусства и визуальной эстетики, но и поведенческих основ сложных человеческих сообществ позднего плейстоцена. Сделанные нашими студентами находки очень серьёзно меняют современные научные представления о художественных практиках верхнего палеолита».

красок насыщенных нежно-голубых оттенков, причём разнообразно приготовленных — и жидких, и порошкообразных, и мягких. Это, кстати, не первое открытие студентов-практикантов в Каповой пещере. Год назад они нашли «камень-контейнер» с краской, которая могла использоваться для окрашивания тел и одежды участников обрядов в «пещерном храме».

Из-за чего разделилась Европа

Эпоха: Неолит, 10–5 тысяч лет назад

Место: вся Европа от Атлантики до Урал



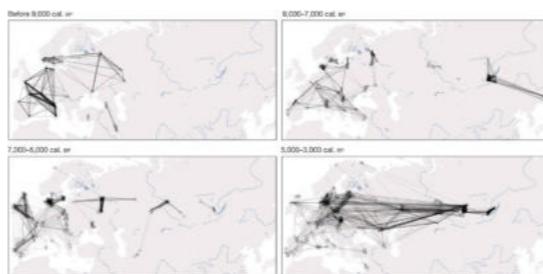
Когда Европа впервые раскололась на Западную и Восточную? Намного раньше, чем может показаться! В 2024 году в журнале *Nature* вышло исследование большой международной команды антропологов и палеогенетиков — с российской стороны в нём участвовали исследователи из МГУ, Института археологии и этнографии Сибирского отделения РАН и других организаций. Палеогенетики прочитали ДНК из 317 древних скелетов, найденных в разных частях Европы возрастом от 3000 до 11000 лет. Эти данные объединили с уже имеющимися геномными данными 1300 других древних евразийцев — получилась рекордная по размеру выборка. Сравнивая гены останков и возраст мест захоронений, учёные построили карту генетических связей и миграций в постледниковой Европе.

Вот что пишут в этой работе исследователи: «Мы предоставили доказательства существования чётко-госточно-западного генетического разделения, простирающегося от Чёрного моря до Балтийского, отражающего археологические наблюдения и сохра-

няющегося на протяжении нескольких тысячелетий. Мы показываем, что это глубокое разделение в евразийском человеческом генофонде было установлено во время ранних расселений после ледникового максимума».

Ледниковый максимум последнего, Вюрмского оледенения, закончился 19 тысяч лет назад, практически опустошив Европу — почти никому из живущих там людей не удалось его пережить. После этого восток и запад Европы заселили две разные группы людей, и разделение между ними сохранилось не только до конца ледникового периода (он закончился 12 тысяч лет назад), но и позже, в эпоху неолита, перехода к земледелию и скотоводству.

Приход земледелия в Восточную Европу задержался примерно на 3000 лет, и эта задержка, скорее всего, связана с тем, что регионы к востоку имели континентальный климат, более суровые зимы — условия здесь меньше подходили для простых сельскохозяйственных практик, принятых на Ближнем Востоке, откуда



На рисунке — карты обменов генами в разные эпохи по данным этого исследования:

1. В первый период преобладают локальные связи между небольшими маломобильными сообществами, — но уже очевидно разделение востока и запада от Балтийского до Чёрного моря.
2. Потом на юге появляется обширная сеть, связывающая Анатолию с Европой, — началась экспансия земледельцев.
3. Для периода 7000–5000 лет назад характерно разделение на обширные сети родства, связывающие земледельцев на западе, — и локальные, связывающие охотников на востоке.
4. 5000 лет назад разделение исчезает, — степняки-индоевропейцы прискакали.



Александра Бужилова, директор НИИ и Музея антропологии МГУ, одна из авторов исследования:

«Отчётливое географическое разделение геномов на «западные» и «восточные» появляется около 10 тысяч лет назад, особенно в Y-хромосоме. Это примерно те же самые различия, которые мы видим на Y-хромосоме и у современных мужчин Западной и Восточной Европы.

Но что в те времена служило барьером, из-за которого сохранялось это разделение? Я знаю только об одном барьере — 10 тысяч лет назад территория Европы была сплошь покрыта лесами, это затрудняло коммуникацию. Но ведь эти леса не мешали коммуникации в более древние времена, когда немногочисленное население Западной и Восточной Европы было генетически однородным. Видимо, в эпоху неолита эти связи ослабли. Неолит, начавшийся на Ближнем Востоке около 10 тысяч лет назад и постепенно проникавший на запад — это ведь ещё и переход к оседлой жизни. Когда человечество перестаёт быть мобильным и оседает, чтобы заниматься земледелием. Применение нового метода математического моделирования показало, что способствовать такому разделению мог переход к новому образу жизни — оседлому».

оне Ирана и Индии — и на индоевропейских языках заговорят далеко на юго-востоке, а вместо «разделённой Европы» появится что-то вроде «объединённой Евразии».

Геродот не врёт!

Эпоха: Бронзовый век, IX век до н.э.

Место: «Долина царей» в Республике Тыва



Джино Каспари, профессор Института геоантропологии Общества Макса Планка и один из ведущих авторов исследования:
«По мере того как мы удаляемся от территорий, которые были известны грекам, рассказы Геродота становятся всё более фантастическими. Поэтому немало удивительно, что мы нашли такое точное отражение древнего текста так далеко на востоке».

Скифы были хозяевами Великой степи, протянувшись через всю Евразию, примерно с 900 по 200 г. до н.э. Уже в самом начале этого периода они оставили свои курганы далеко на востоке от тех мест, которые привыкли с ними связывать, — в Туве. Там есть целая «Долина царей», в которой расположено множество курганов скифского времени.

Древнегреческий историк Геродот описывает, как людей и лошадей делали «призрачными всадниками» — приносили в жертву и помещали на вершину кургана правителя так, чтобы мёртвые всадники

на лошадях ещё долго стояли, охраняя своего мёртвого вождя.

Группа археологов, в которую входят Тимур Садыков и Егор Блохин из Института истории материальной культуры РАН, а также их зарубежные коллеги, уже несколько лет копает Туннуг-1 — курган, построенный на заре эпохи скифов, в конце IX века до нашей эры. В 2024 году у них вышло исследование, на материале этого кургана в очередной раз доказывающее, что Геродот не был склонен к выдумкам, всё-таки не зря же его считают «отцом истории».

Археологи нашли следы описанного Геродотом кровавого скифского ритуала похорон вождя, — при том, что в Туве этот ритуал проделали за 500 лет до Геродота!

В Туве археологи обнаружили останки людей и 18 лошадей на вершине кургана, принесённых в жертву в честь элитария, похороненного внутри кургана. Исследователям повезло найти и другие свидетельства скифской культуры — конское снаряжение, оружие и украшения в зверином стиле.

Разве не поразительно, на какие огромные терри-

тории простиралась культура скифов и их образ жизни?! Это при том, что они не были генетически одной популяцией, и между скифами из Тувы и причерноморскими скифами почти не было потока генов по мужской линии. У скифов не было единой прародины и происхождения, и далеко не все они были «с раскосыми очами». Но обитателей Великой степи связала в одно культурное целое сама степь и лошади, диктующие правила кочевого образа жизни и способствующие очень быстрому культурному обмену между разными частями степи.

Откуда под Анапой древнейшая синагога?

Эпоха: Великое переселение народов, VI век

Место: раскопки античной Фанагории, побережье Таманского залива



Фанагория — это древнегреческая колония в Таманском заливе, в часе езды от Анапы. Это очень богатое археологическими находками место, в том числе потому, что на месте большинства других древнегреческих полисов стоят современные города, с раскопками не развернуться, а здесь свободная степь.

В Фанагории уже давно раскопали акрополь и сделали массу интересных находок — от чуть ли не единственного неплохо сохранившегося древнегреческого корабля под водой до самой северной клинописной плиты времён греко-персидских войн. Огромная мраморная плита, скорее всего, была воздвигнута персидским царём Ксерксом и содержала его приказ или другую официальную надпись, — наверняка о том, кто тут главный. Впрочем, плита

недолго простояла, — греки с Периклом во главе город вернули.

Потом наступили времена Боспорского царства, в котором Фанагория постепенно стала самым влиятельным городом. Незадолго до начала нашей эры здесь был дворец самого Митридата, могущественного соперника римлян, «царя Азии». Здесь погибла его жена от рук восставших горожан, предусмотрительно принявших сторону Рима.

Раскопав акрополь, стали копать центр города, расположенный под холмом, — и наткнулись на еврейский квартал. Оказалось, этот квартал погиб от пожара в середине VI века вместе со всем городом, взятым штурмом какой-то неустановленной ордой дикарей, разорившей и другой город неподалёку. Наступали тёмные века во всей красе.



А посреди квартала нашли синагогу. Судя по надписям на плитах, одна из них датируется 16 годом, а вторая — 51 годом, синагога была построена не позже начала I века нашей эры. Археологи Фанагорийской экспедиции, ведущие раскопки при поддержке фонда «Вольное Дело», говорят, что это, возможно, древнейшая синагога в мире! Во всяком случае, одна из древнейших.

Синагога отличалась богатым архитектурным убранством — колонны, стол для чтения Торы, семисвечники и барельефы сделаны из привозного мрамора. А вокруг был самый престижный квартал города, как показали раскопки в этом сезоне, — с винодельней, садом, жилыми домами, общественными зданиями и системой водоснабжения. Еврейская община в Фанагории была одной из крупнейших в Средиземноморье.

Штурмуя город, захватчики обстреливали его каменными ядрами из метательных машин. Большинство ядер найдены рядом с синагогой — вероятно, фанагорийцы пытались укрыться от каменного дождя за её стенами. Скелеты находят прямо на улицах... Злодеи, надоумленные кем-то, вскрыли полы синагоги, надеясь найти там сокровища — но не нашли (археологи небольшой клад нашли, глубже надо было копать).

Но полностью разрушенный город ждала ещё одна жизнь — 130 лет спустя его восстановили, и в VII—IX веках он был частью Хазарского каганата, — тоже исповедавшего иудаизм. Вообще в те времена эта религия выглядела не вполне так, как сейчас — искала себе новых сторонников, даже Владимир по легенде рассматривал её как вариант для Руси.

Печать Ярослава, крупнейший клад и дружеское пожелание

Эпоха: Средневековье, X век

Место: Великий Новгород



В 2024 году в Великом Новгороде нашли крупнейший клад. Это произошло в результате спасательных раскопок под строительство частного дома, — семья, владеющая участком, сама их профинансировала. Нахodka оказалась особенно ценна, потому что принадлежит к самому раннему этапу истории города — конец X века, времена князя Владимира и крещения Руси. Кроме того, клад очень большой — около 1800 серебряных монет и более 80 серебряных украшений. То есть клад принадлежал очень богатому человеку, вероятно одному из близких к князю мужей. Варягом он был или славянином, остаётся только гадать, — но ничего специфически славянского в находках нет, такой же набор монет и типичных украшений могли найти во многих местах Европы. Монеты почти все — арабские дирхемы. Есть и западные монеты, и несколько византийских, — они были так редки, что к ним даже прилепали ушки, чтобы использовать в качестве подвесок. Самая поздняя монета, которую



учёные сумели датировать, была отчеканена в 974 или 975 годах.

Один из наиболее выразительных предметов — серебряный крест «скандинавского типа», — с расширяющимися к концам ветвями с тремя дисками на концах. Такие кресты — один из древнейших предметов христианского культа, вошедших в обиход на Руси.

Крест — свидетельство того, что ещё до принятия крещения Владимиром христианство уже было в моде среди знати. А на одном из дирхамов выцарапан молот бога Тора (тоже не первая находка такого рода), — похоже, в торговом Новгороде тех времен царила атмосфера толерантности, здесь ведь не только монеты всех стран встречались, но и всё время общались люди самых разных вероисповеданий.

Но ведь клады не зарывают, пока не пришла беда. Что могло случиться? Может, просто проворовался человек, его схватили, но так и не выдал, где украденное. А может, говорят археологи, дело в событиях, связанных



с крещением Новгорода, которое не обошлось без пролития крови. Толерантность, как это часто бывает, надолго не задержалась.

А в археологическом сезоне 2025 года учёные Института археологии РАН впервые нашли настоящую печать Ярослава Мудрого. Это произошло при археологическом сопровождении работ по прокладке тепловой сети на Ярославовом дворище. На одной стороне — изображение св. Георгия с копьём, на другой — княжеский знак в виде трезубца с кружком

на вершине среднего стержня. Вокруг — следы круговой греческой надписи, разделённой вверху крестом. Из-за выпуклой формы заготовки изображения на пяти оттиснулись только в центральной части. Печать обнаруживает несомненное композиционное сходство с «Сребром Ярослава», — монетами, чеканенными Ярославом Владимировичем в Новгороде в начале XI в. Эти монеты чрезвычайно редки, их известно лишь 8 экземпляров, они отличаются исключительной красотой и изяществом.



А вот наша любимая находка 2024 года на раскопках Великого Новгорода. «Удавися» — гласит это лаконичное послание (нижнее слово, а верхние — адресная строка, «от Прокоши к Нечаю»). Что это, проклятие или дружеская шутка? Нам кажется, больше похоже на второе. Оказывается, всего с момента находки первой берестяной грамоты в 1951-м их нашли уже около полутора тысяч в 12 городах от Смоленска до Рязани, но 90% — в Великом Новгороде. А ещё в 2024-м на новгородских берестяных грамотах нашли несколько отличных новых имён, разбирайте: Жидил, Несодил, Квас, Братогость, Дмак, Синица, Братила, Прибыш.



Член-корреспондент РАН, доктор исторических наук Пётр Гайдуков:

«Печать уверенно можно связывать с деятельностью Ярослава Владимировича. Такими буллами он мог удостоверять документы в период своего новгородского княжения. Ярославово дворище было важнейшим общественно-политическим центром средневекового Новгорода. Впервые «княж двор» упоминается в летописном сообщении 1113 года, но до сих пор ни следов княжеского двора, ни вообще слоёв XI в. не нашли. Высказывалось даже мнение, что в это время княжеского двора в Новгороде не было. Нахodka печати Ярослава доказывает существование здесь городского общественного центра в период его правления в Новгороде. Отсутствие ранних культурных отложений на Ярославовом дворище можно объяснить позднейшими срезками грунта и нивелировочными работами».

ЧЕРНЫХ ДЫР В ЗАЩИТУ

МЕДЛЯ
АНДРЕЙ
КОНСТАНТИН
ВОНИЧИН



Ну что хорошего может быть в чёрной дыре? Бессмысленное прожорливое чудище – что в неё упало, то пропало. Но недавние исследования в этой области подрывают чёрную легенду о чёрных дырах и рисуют совсем другую

картину, в которой дыры – важный структурообразующий элемент космоса. Выводы из этих исследований пока всего лишь гипотезы. Но как же интересно следить за историями, которые рассказывает нам наука о Вселенной!

Абсолютно чёрные, зато самые яркие

На всякий случай напомним: чёрная дыра — это очень-очень плотные космические объекты, один кубический сантиметр может весить сотни миллионов тонн. Чёрными их называли потому, что даже свет не может вырваться за пределы их гравитации.

При этом со стороны они кажутся очень яркими. Но разве чёрные дыры могут не только поглощать, но и что-то испускать? Действительно, после пересечения границы, именуемой горизонтом событий, покинуть дыру уже невозможно. Но когда материя падает в этот гравитационный колодец, чёрная дыра образует плоский вращающийся аккреционный диск, в котором вещество движется с огромной скоростью, разогреваясь до миллионов

Анатомия чёрной дыры

Чёрные дыры чёрны лишь до тех пор, пока в них ничего не падает. А в них всегда что-то падает: космическое пространство заполнено более или менее разреженным веществом, которое и поглощают в режиме нон-стоп чёрные дыры. Одни — активно, если рядом есть звезда, с которой удобно стягивать газ, другие просто летают в космосе и потихоньку кормятся разреженным межзвёздным газом. Так что все они растут.

градусов, и излучает в рентгеновском и других диапазонах (благодаря этому и обнаруживают чёрные дыры звёздной массы).

Во вращающемся аккреционном диске возникают мощные магнитные поля, которые формируют джеты — струи материи и энергии, выбрасываемые вдоль оси вращения. У сверхмассивных чёрных дыр в центрах галактик джеты могут простираться на тысячи и даже миллионы световых лет. Поэтому молодые сверхмассивные объекты, вокруг которых ещё много вещества для поглощения, заметны издалека, это одни из самых ярких источников излучения в видимой Вселенной. Задолго до непосредственного обнаружения чёрных дыр они были известны как квазары — загадочные мощнейшие источники радиоизлучения.

Аккреционный диск
Диск из раскаленного газа и пыли, который вращается вокруг чёрной дыры с огромной скоростью, испуская электромагнитное излучение.

Фотонная сфера
Это сфера из света, который не отпускает гравитация чёрной дыры — фотоны будут двигаться вокруг неё вечно на расстоянии в 1.5 радиуса горизонта событий. Глубже — только тьма.

Самая близкая к чёрной дыре стабильная орбита
Кратчайшее расстояние, где вещество может находиться, не проваливаясь в дыру.

Горизонт событий
Граница, пройдя свозь которую, уже невозможно вернуться из чёрной дыры.

Сингулярность
Сердце чёрной дыры и её главная тайна — никто не знает, что происходит там с материей.

Типичная дыра

Застигнутые в момент поглощения вещества, чёрные дыры становятся лёгкой добычей для астрономов. В объективы телескопов обычно попадают два типа чёрных дыр. Первый тип — это сверхгигантские активные ядра галактик. Монстр, который находится в центре Млечного Пути, тяжелее Солнца примерно в 4 000 000 раз, но во Вселенной у него есть ещё более массивные коллеги. Такая чёрная дыра пожирает ближайшие звёзды, пока её гравитация может до них дотянуться.

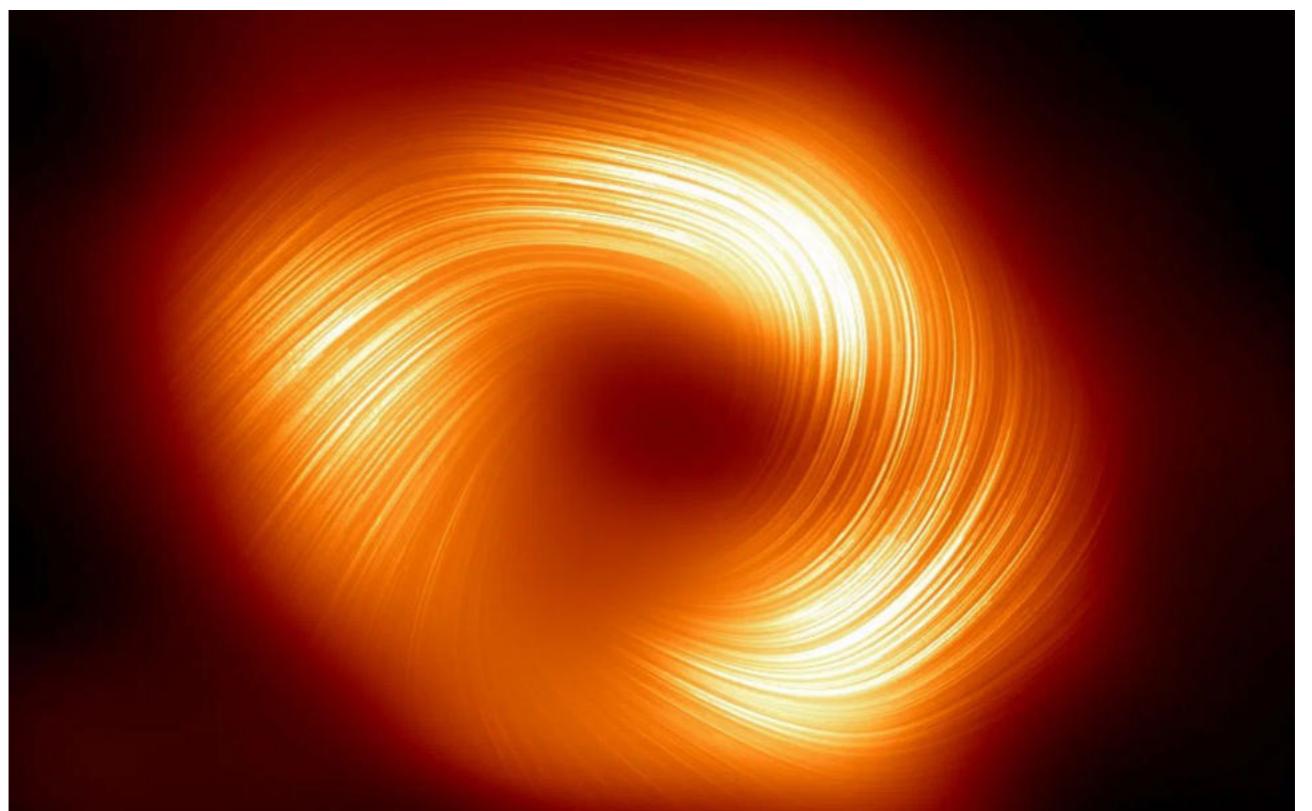
Второй тип — чёрные дыры звёздной массы. Они не намного тяжелее Солнца и не так уж редко встречаются: по примерным оценкам их в Галактике миллиард. Но обнаружить такой объект легко только в двойных системах. Все открытые на сегодня чёрные дыры звёздной массы крутились в паре с звездой: когда дыра образует систему со звездой, она выдаёт себя, поглощая вещество напарницы. А если две дыры врачаются вокруг общего центра тяжести, их стол-

кновение можно засечь по гравитационным волнам.

В окрестностях Солнечной системы нашли уже с десяток подобных двойных объектов, в которых чёрные дыры делят звёзд-компаньонов. При диаметре, обычно не превышающем 100 километров, им, конечно, требуется много времени, чтобы съесть целую звезду.

Самую большую дыру звёздной массы в Галактике недавно обнаружил орбитальный телескоп Gaia. Дыра массой в 33 солнечных вращается в паре со звездой, по галактическим меркам, совсем недалеко от нас, буквально в паре тысяч световых лет (диаметр диска Галактики — около 100 000 световых лет).

Но недавно астрономы впервые разглядели чёрную дыру-одиночку. Это произошло благодаря эффекту гравитационного линзирования — искривлению проходящих мимо дыры лучей света. Масса объекта в 7 раз больше солнечной, до него 5000 световых лет. Одинокая дыра летит в неведомую даль, удаляясь от нас со скоростью 50 км/с.

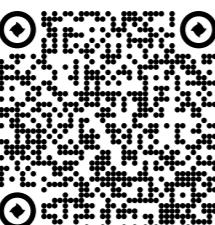




Мясорубка или центр жизни?

Совсем другое дело — сверхмассивные ультрадыры в центрах спиральных галактик. Обычно они массой в миллионы Солнц, а самая упитанная из обнаруженных — царь-дыра Феникс A* — тяжелее Солнца в 100 000 000 000 раз и диаметром в 100 раз больше, чем орбита Плутона.

Такие объекты даже как-то неудобно называть «чёрными дырами»: они не просто излучают свет — с ними связаны самые яркие события во Вселенной. Возможно даже, они являются аналогами Солнца для множества миров: вокруг сверхмассивных чёрных дыр в центрах спиральных галактик **могут существовать** планетарные системы поразительных масштабов, включающие десятки тысяч планет. Они крутятся вдалеке от своего чёрного солнца — на расстоянии десятков световых лет. По расчётом, впрочем, устойчивые планетарные ор-



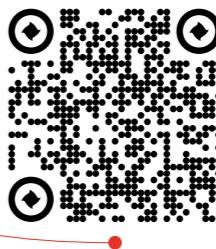
Не волнуйтесь! Эта штука находится не в Галактике, она удалена от нас почти на 9000 000 000 световых лет.



биты могут быть и вблизи чёрной дыры, если она вращается достаточно быстро (со скоростью близкой к световой). На близких к дыре планетах, как в фильме «Интерстеллар», земные годы пролетают за минуты. Только в «Интерстелларе» вокруг сверхмассивной дыры вращается несколько планет, а на деле их может быть на порядки больше! И раз уж мы вспомнили о фантастике, выдвинем фантастическую гипотезу: быть может, в самом центре этих галактик, скрытом от наблюдателей газом и пылью, которые притягивает супердыра, располагаются планетные системы, полные обитаемых миров, куда стекаются гости с периферии... Впрочем, эта идиллия маловероятна. Вокруг сверхмассивной чёрной дыры роится ещё множество чёрных дыр звёздной массы. Предполагали, что в нашей Галактике, которая вертится вокруг сверхмассивной чёрной дыры Стрелец A* массой в 4 000 000 солнечных, таких

дыр-спутников несколько сотен. Но в новом **исследовании** с красивым названием «Звёздная молотилка в центре Галактики — сверхкомпактное центральное скопление чёрных дыр звёздной массы» высказана гипотеза, что чёрных дыр при дворе сверхдыры намного больше: не сотни, а сотни миллионов на каждый кубический парsec!

Дело в том, что область вокруг Стрельца A* полна газа и пыли, которые стягиваются отовсюду к главному галактическому пылесосу. Новая модель показала, что в такой плотной области быстро и во множестве образуются гигантские звёзды. А они всегда живут недолго, сотню миллионов лет, и, так и не долетев до пасти Стрельца A*, умирают как сверхновые. При взрыве их ядра коллапсируют в чёрные дыры звёздной массы, остальная часть материала разбрасывается взрывом — и из неё тут же начинают лепиться новые звёзды. Они снова получаются огромными, ведь в окрестностях Стрельца A* очень много



постоянно притягиваемого сверхдырой и её свитой вещества. Звёзды снова и снова взрываются, создавая новые партии чёрных дыр, — и так цикл за циклом. И с каждым циклом дыр в центре Галактики становится всё больше.

Постепенно столкновения между звёздами и чёрными дырами в центральной области Галактики становятся обычным явлением, рабочими буднями большой звёздной мясорубки. Однако её жернова перемалывают не все звёзды — многие на огромной скорости вылетают из плоскости Галактики и кружат в её гало.



«Интерстеллар», конечно, хорош. Но я бы **ещё** советовал почитать книгу лауреата Нобелевской премии Кипа Торна, который был консультантом фильма: «Интерстеллар. Наука за кадром». Читается как приключенческий роман.

Где заканчивается Галактика

Гало — это огромное шарообразное облако из звёзд, окружающее диск Млечного Пути. С учётом гало наша Галактика не плоская, а скорее шарообразная. А **ещё**, согласно данным одного из недавних исследований, она в 10 раз больше, чем считалось: диаметр диска Галактики — 100 000 световых лет, а самая дальняя из звёзд гало находится на расстоянии в 1 000 000 световых лет, на полпути между Млечным Путём и Андромедой.

«Наша **работа** по-новому определяет границы Галактики, — пишет один из авторов. — Галактика и Андромеда так велики, что между ними почти нет „ничейного“ пространства». Несмотря на огромные размеры, гало включает лишь 1% звёзд Млечного Пути (эти белые карликки — самые старые звёзды в Галактике), а потому светится гораздо меньше диска и незаметно при наблюдениях в оптическом диапазоне.

внешнее гало

внутреннее гало

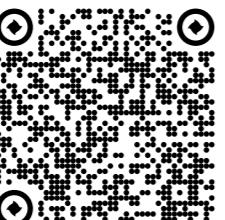
тонкий диск



Куда дует галактический ветер

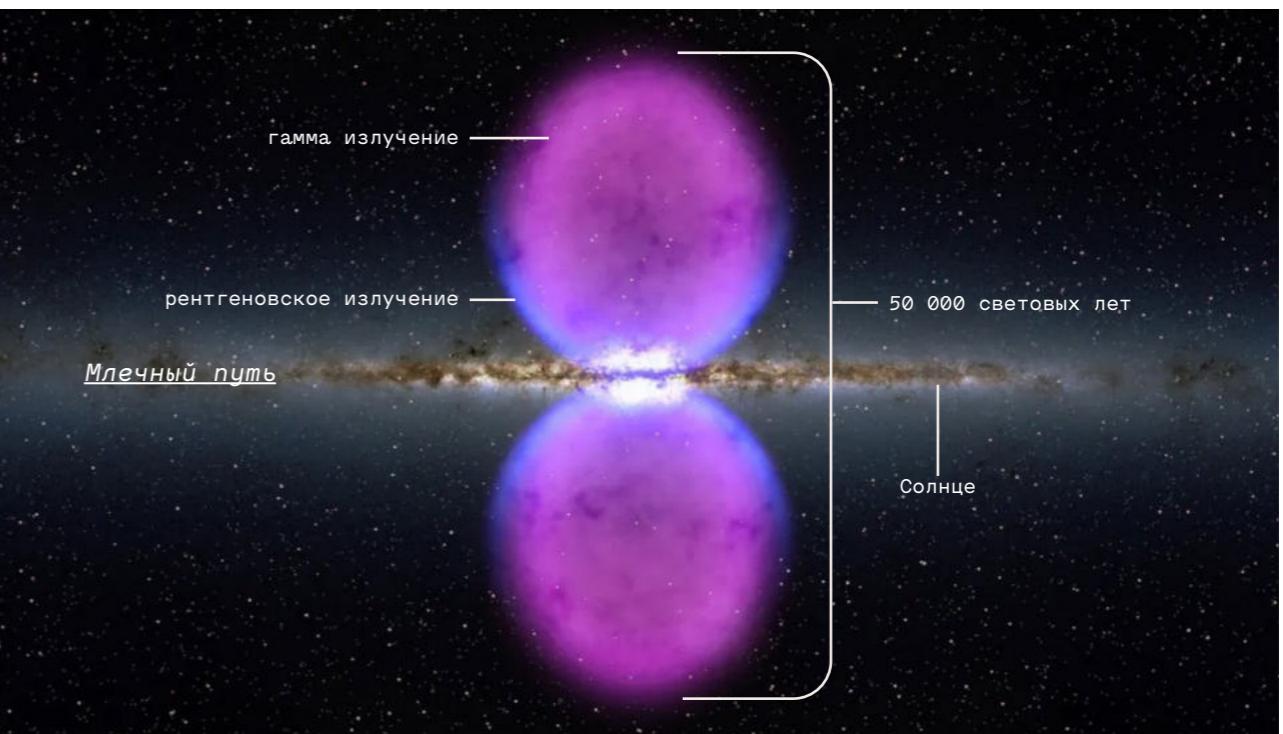
Недавно астрономам удалось заснять потоки вещества, которые извергает сверхмассивная чёрная дыра. Инструмент MUSE на Очень большом телескопе (Very Large Telescope, VLT) в чилийской пустыне Атакама запечатлел крупным планом мощнейший «галактический ветер» (по аналогии с солнечным ветром), испускаемый активным ядром галактики NGC 4945.

На изображении сама сверхдыра закрыта пылью и газом, притянутыми её гравитацией, зато видны яркие конусообразные струи вещества, которое она разбрасывает, — галактический ветер.



Эти плазма и пыль движутся так быстро, что покидают галактику и оказываются в межгалактическом пространстве.

«В результате материал для звёздообразования выбрасывается из галактики. Так чёрные дыры контролируют судьбу своих галактик, снижая скорость рождения звёзд. А ещё это показывает, что сверхмассивные чёрные дыры препятствуют собственному росту, удаляя часть газа и пыли, которыми они питаются, и приближая всю систему к своего рода галактическому равновесию», — пишут исследователи. Приятно, что хоть сверхмассивная чёрная дыра контролирует свой вес. Да ещё и присматривает за равновесием во всей галактике!



Кто надувает пузыри

Всякий знает, что наша Галактика — быстро вращающийся диск диаметром около 100 000 световых лет, состоящий из нескольких сотен миллиардов звёзд и чёрных дыр, чуть ли не триллиона планет и несметного количества газа и пыли. Но Млечный Путь оказался сложнее и трёхмернее плоского диска, в который так верят плоскогалакты. Выше и ниже плоскости диска находятся пузыри Ферми — симметричные шарообразные облака горячей плазмы, простирающиеся на 25 тысяч световых лет вверх и на столько же вниз. Их назвали в честь космического гамма-телескопа *Fermi*, открывшего эти сверхпузыри в 2010 году. Они образуют гигантскую двустороннюю структуру, напоминающую песочные часы, только вместо песка в них плазма

А телескоп назвали в честь учёного Энрико Ферми, который открыл много важных вещей в области физики элементарных частиц.



температурой до миллиона градусов. Кто их надул? На этот счёт есть две главные теории. По одной из них, раскалённой плазмой плюётся Стрелец A* — сердце нашей Галактики, вокруг которого водят хоровод все звёзды, планеты и туманности. Стрелец A* мог образовать эти пузыри, поглощая звёзды, слишком близко подлетевшие к центру Галактики, и выбрасывая при этом джеты, перпендикулярные её плоскости, — мощные струи материи и энергии, которые чёрные дыры испускают при поглощении звёзд.

Согласно другой теории, пузыри надуло галактическим ветром, вызванным массовыми взрывами сверхновых и интенсивным звёздообразованием в окрестностях центра Галактики. Многие астрофизики думают, что оба объяснения верны.

Согласно данным нового исследования, в северном пузыре Ферми есть облака из относительно холодного газа — нейтрального водорода — температурой всего 10 000 градусов. Обнаружено 11 облаков, самое большое массой в 1500 солнечных.



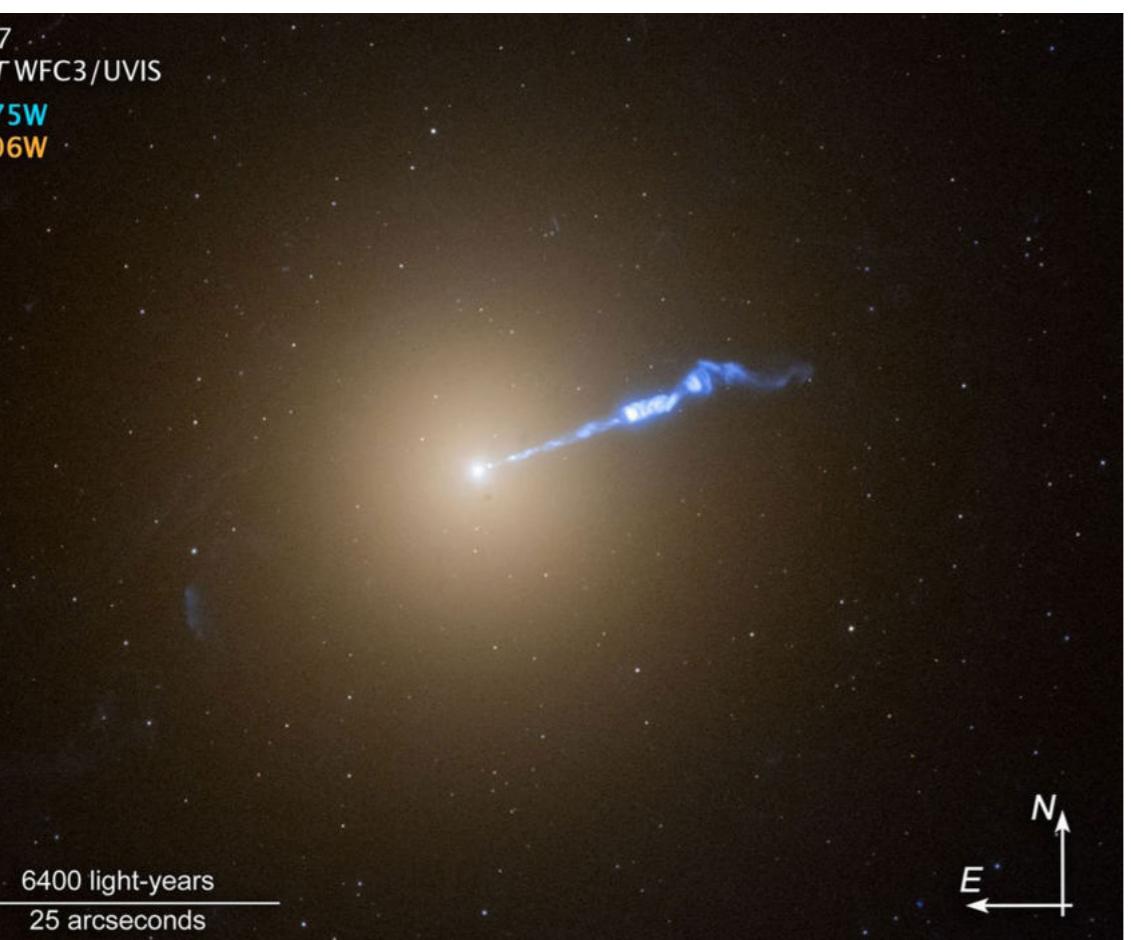
«Эти облака холоднее своего окружения как минимум в 100 раз. Обнаружить их внутри пузыря Ферми — всё равно что найти кубики льда в жерле вулкана. Этих облаков не было, когда динозавры бродили по Земле. Они вообще не могли бы существовать, если бы пузырям Ферми было больше 10 000 000 лет, — уверяют авторы исследования. — Мы полагаем, что холодные облака были подняты



M87
HST WFC3/UVIS

F275W

F606W



6400 light-years
25 arcseconds

из центра Млечного Пути очень горячим ветром, сформировавшим пузыри Ферми. Эти газы движутся со скоростью около 1000 000 миль в час, что также указывает на недавнее появление пузырей». Получается, что-то особенное случилось несколько миллионов лет назад? Почекумо-то Стрелец А* поглотил очень много материи и выпустил джеты, поднявшие сильнейший галактический ветер...

Рождение чёрной дыры — это финал жизни звезды, закат её карьеры, которая кончается взрывом и гигантским выбросом энергии. Чтобы случилось такое событие, звезда должна быть довольно крупной: наше Солнце, к примеру, взорваться не может.

© photocredit

Откуда берутся чёрные дыры

Как появляются дыры звёздной массы, мы знаем: при взрыве сверхновых. Но в последние годы появилось подозрение, что чёрные дыры могут зародиться и другим способом. Всё началось с того, что европейские астрономы придумали проект VASCO для подсчёта звёзд, потерявшихся начиная

с 2017 года. Но разве такое бывает? Оказалось, что да: за 8 лет бесследно исчезло около 800 звёзд! Если звезда достаточно большая, то в конце она становится сверхновой и взрывается — да так, что видно аж в соседних галактиках. В итоге на этом месте образуется чёрная дыра звёздной массы. Но стали появляться данные, что некоторые звёзды могут превращаться в чёр-

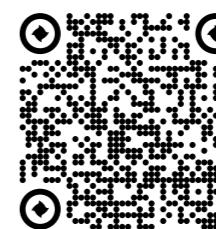
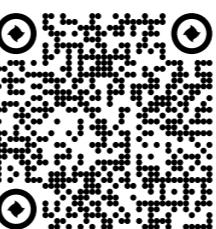
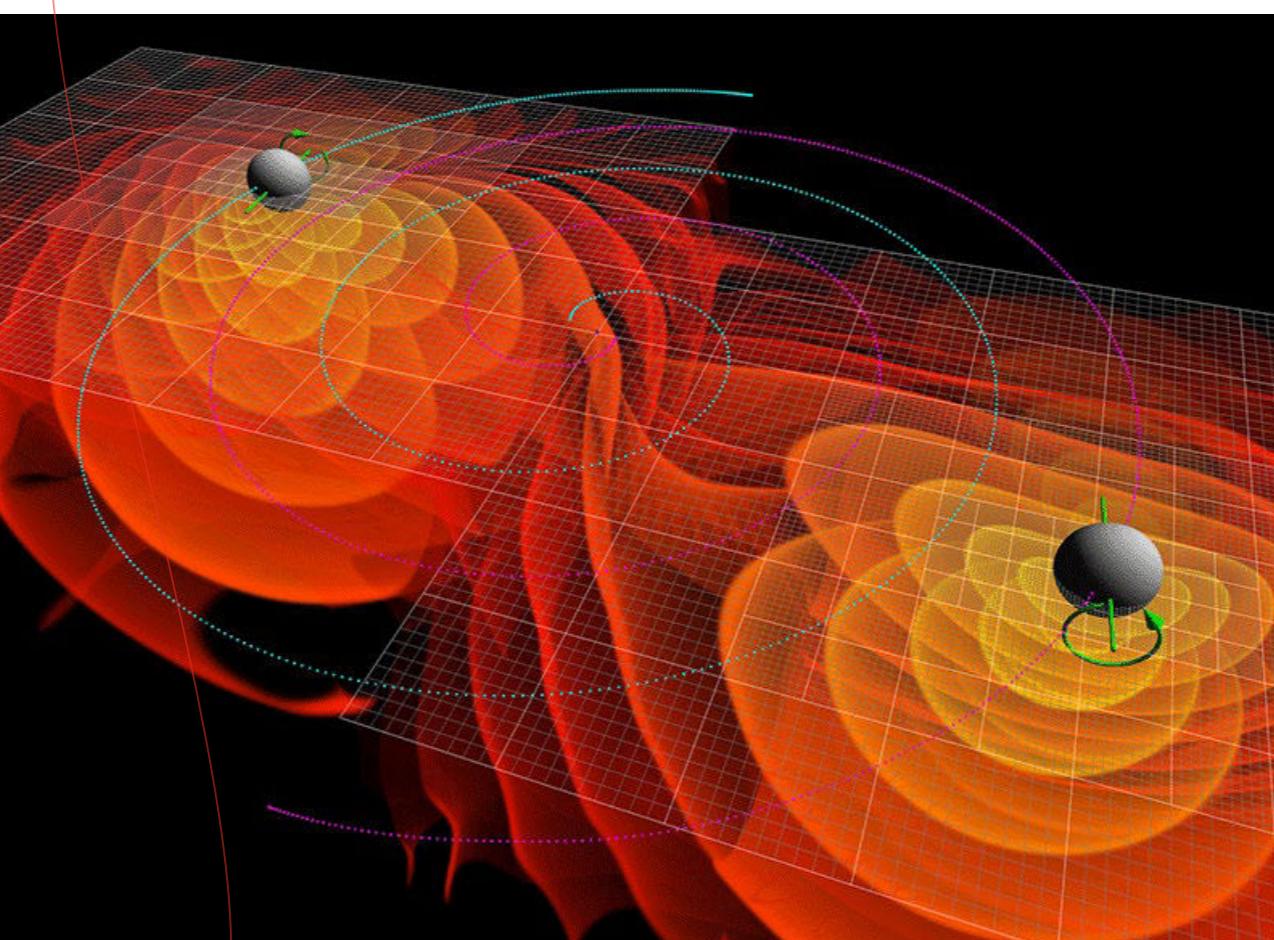
ные дыры и без взрыва. Перед кончиной такая звезда отбрасывает оболочку, а чёрная дыра потом её потихоньку за- сасывает. В исследовании, посвящённом «неудавшимся сверхновым», как называют их астрофизики, лишь две подобные истории признаны достоверно подтверждёнными, но авторы предполагают, что от 20 до 30% массивных звёзд могут так вот бесславно заканчивать свою жизнь.

Откуда берутся сверхмассивные чёрные дыры в центрах галактик? Точно не известно, это предмет увлекательных споров. По одной из теорий, это не галактики формируют сверхмассивную чёрную дыру в центре, а наоборот: дыра формирует вокруг себя галактику. Например, астрофизик из Смитсоновского института Фабио Пачуччи считает, что первые чёрные дыры образовались раньше галактик в результате прямого коллапса газа, наполнявшего поначалу Вселенную. А галактики сформировались вокруг «первичных чёрных дыр» под влиянием их притяжения.

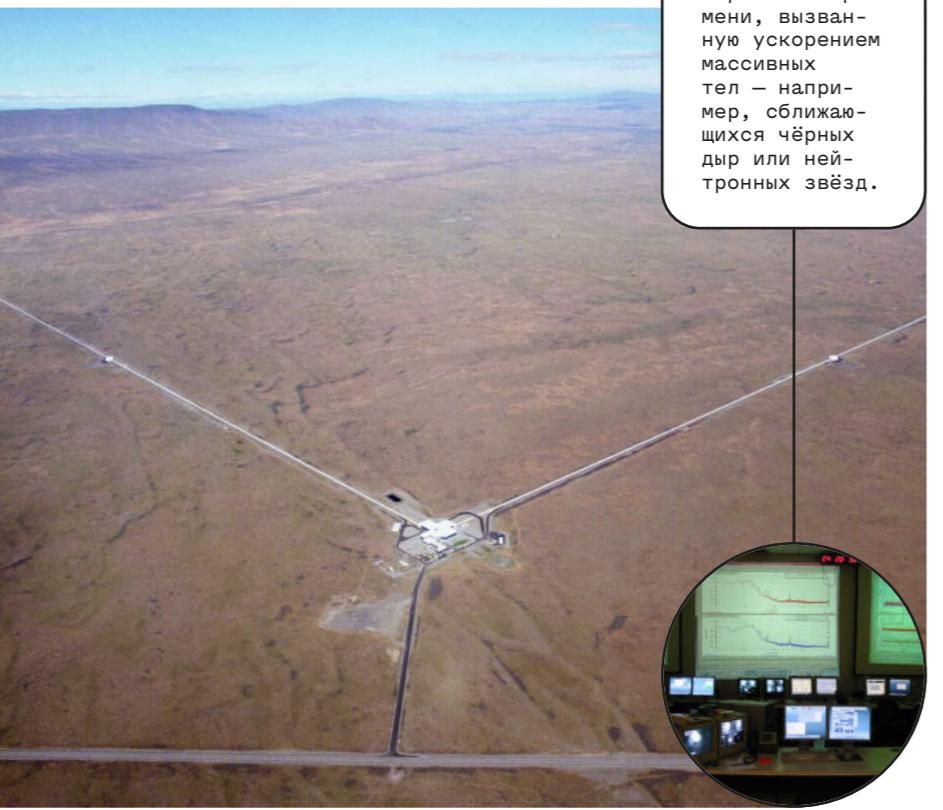
Возможно, первичные чёрные дыры появились уже в первые моменты после рождения мира, ещё даже до первых атомов! А потом были сотни миллионов лет, когда звёзд не было и Вселенная представляла собой мир чёрных дыр. Некоторые астрофизики считают, что именно в первичных чёрных дырах прячется вся тёмная материя. А её поиск чрезвычайно важен для устранения противоречий в современной научной картине, ведь, судя по вращению галактик, в окружающем нас мире материи в пять раз больше по массе, чем мы видим.

Другие астрофизики выдвигают гипотезу, что Вселенная, возможно, пульсирует, сжимаясь в конце цикла в одну сплошную чёрную дыру, а в новой Вселенной, то есть в начале нового расширения, эта мать всех дыр распадается на первичные чёрные дыры, вокруг которых начинают формироваться галактики.

Возможно, понять происхождение чёрных дыр поможет ещё одно недавнее исследование. Новые «органы чувств» астрофизиков, детекторы гравитационных волн, зафиксировали крупнейшее



в истории наблюдений слияние чёрных дыр. История эта пока недолгая, гравитационной астрономии всего 10 лет, но зарегистрированы уже сотни слияний. Моделируя сигнал, обнаруженный обсерваторией LIGO, учёные вычислили, что событие, получившее название GW231123, было вызвано слиянием двух чёрных дыр с массами примерно в 100 и 140 солнечных, да ещё и врачающихся с огромной для чёрных дыр скоростью — около 40 оборотов в секунду. В результате образовалась чёрная дыра массой около 225 масс Солнца.



Две дыры, участвовавшие в слиянии, — сами по себе проблема для астрономов, поскольку не вписываются в классификацию, согласно которой чёрные дыры бывают двух типов: дыры звёздной массы и сверхмассивные. Для первого типа они слишком большие, для второго — маленькие. И так как эти дыры слишком велики, чтобы родиться из массивных звёзд при взрывах сверхновых



© photocredit

LIGO обнаруживает гравитационные волны, направляя лучи лазеров по длинным L-образным рукавам-туннелям. Незначительные изменения длины рукавов свидетельствуют о прохождении гравитационных волн, которые представляют собой рябь в пространстве-времени, вызванную ускорением массивных тел — например, сближающихся чёрных дыр или нейтронных звёзд.

(а это единственный точно установленный механизм рождения чёрных дыр), предполагают, что они тоже возникли при слиянии чёрных дыр. Похоже, в космосе частенько происходят подобные «свадьбы». Логично предположить, что в результате этих браков рождаются так называемые чёрные дыры промежуточной массы — от 100 до 100 000 солнечных. А в центре Галактики, где слияний особенно много, в итоге появляется сверхмассивная дыра.

Мы в чёрной дыре?

Что находится в центре чёрной дыры и куда пропадает материя, которую дыра поглощает, для учёных загадка. Согласно одной из теорий, эта материя изливается в другой мир, создавая его Большими взрывом, инфляцией или иным путём. То есть каждая чёрная дыра ведёт в новую вселенную, ну, или на дне каждой чёрной дыры есть своя вселенная. Но в тех вселенных, конечно, свои чёрные дыры, ведущие в новые вселенные, — такая вот матрёшечная бесконечность, метавселенское решётко, пространственно-временной фрактал. А недавно в *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* вышла [работа](#), добавляющая аргументов ещё одной безумной гипотезе, — что и наша Вселенная возникла в чёрной дыре. Астрономы рассмотрели с помощью телескопа «Уэбб» направление вращения 263 галактик, и оказалось, что две трети из них вращаются по часовой стрелке и лишь треть — против. Случайно так выйти не могло, что-то задало общее направление вращения.

«Одно из возможных объяснений в том, что Вселенная родилась вращающейся. Это согласуется с „космологией чёрной дыры“ — теорией, которая постулирует, что Вселенная является внутренней частью чёрной дыры», — говорят учёные. Впрочем, не расстраивайтесь и не спешите в банк за деньгами: это только гипотеза, и аргументов в её пользу пока не так много, к тому же другие астрофизики критикуют работу за небрежность методологии. Подождём.

Подписывайтесь на «Кота»!



«Кот Шрёдингера» — один из лучших научно-популярных журналов страны, планеты, Солнечной системы, да что там — Галактики! По крайней мере, нам так кажется. Если вы согласны, подписывайтесь на «Кота».

Всё самое интересное впереди!



ПОСМОТРИ НА ЗВЕЗДЫ

A large, dark, cylindrical structure, likely a radio telescope dish, is shown against a dark background. A bright, circular light source, possibly the moon or a star, is visible in the upper left corner, casting a glow on the dish's surface.

«Кот Шрёдингера» побывал на Кавказе – посетил самый большой в мире радиотелескоп РАТАН-600 и самый большой на континенте зеркальный телескоп БТА. Читатель, вы когда-нибудь были внутри телескопа? Следуйте за Котом!

Andrey Konstantinov ^



Телескопы БТА и РАТАН-600 — словно гигантские глаз и ухо, направленные в небо. Вокруг всё, как и должно быть на Кавказе: шумит река, на склонах гор пасутся отары овец, табуны лошадей, стада коз и коров. Пастухи-карачаевцы с кинжалами, женщины на обочинах дорог, продающие хычины — лепешки с мясом или сыром.

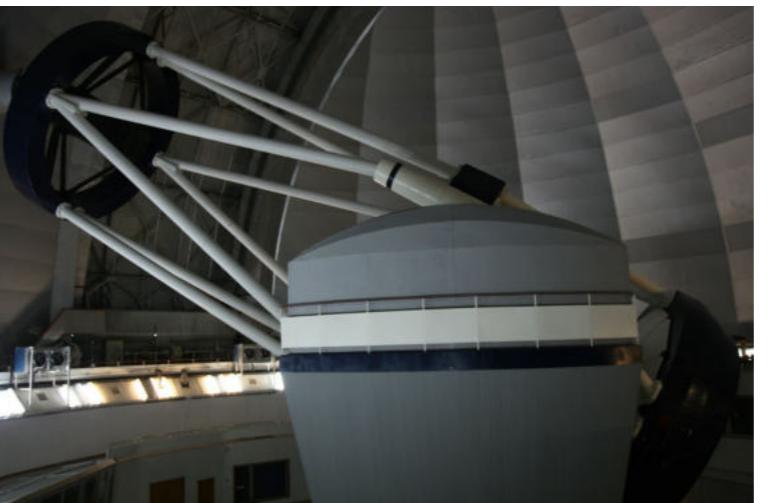
После того как в 90-е местные заводы распилили, а колхозы распустили, каждый налаживает свою жизнь как может, а Советский Союз вспоминают как легендарную эпоху исполинов. Один из них виден издалека — словно мегалит, на двухкилометровой высоте над горой возвышается полусфера БТА.

Бесконечные белоснежные стены РАТАНА-600 тоже невозможно не заметить. Но как попасть внутрь? Мы просто подъехали к нему. Самый большой в мире в своём классе радиотелескоп снаружи похож на стадион диаметром в 600 метров. Да и внутри похож: у него вместо тарелок плоские щиты, стоящие

под углом, как трибуны стадиона. Стадион охраняла стая бродячих собак (ихнейтрализовали кошачьим кормом) и несговорчивый сторож. К счастью, мимо проходила Нина, инженер из солнечной группы, которая взяла нас с собой и провела небольшую экскурсию, наотрез отказываясь от денег. Стая собак тоже нас всюду сопровождала. Радиоволны из космоса сначала попадают на антенны-«трибуны», образующие окружность «стадиона», и отражаются от них к центру, а там нужную их часть ловят другие антенны-«паруса», которые разъезжают на рельсах по «стадиону». На платформе под «парусом» радиоастрономы устанавливают разные в зависимости от задачи приборы, окончательно регистрирующие радиосигнал. Другая женщина-инженер как раз вела такую платформу по стадиону, та медленно и со скрипом, как миадзаковский ходячий замок, следовала за ней. Этот «парус» как раз закончил ежедневные наблюдения за Солнцем. Оказалось,

Солнце сейчас на пике своей активности — на такой пик оно выходит примерно каждые 12 лет. А что это за циклы, управляющие активностью Солнца, радиоастрономы из солнечной группы как раз и хотят понять.

Есть и другие группы: одни ищут экзопланеты, другие изучают самые мощные источники радиоизлучения за пределами галактики. Всего на телескопе работает около 300 человек — их число по сравнению с СССР стало раза в два меньше из-за вечных уменьшений финансирования и из-за автоматизации многих процессов. Конечно, чтобы изучать Вселенную с помощью РАТАНА, астрономам приезжать сюда не нужно — данные поступают в сеть, а дальше с ними работают учёные многих стран мира. Всё время телескопа расписано, учёные ждут своей очереди.



В гостях у астрономов

Мы отправляемся к телескопу БТА, стоящему на горе неподалеку от РАТАНА. А под горой стоит поселок Буково, в котором живут астрономы. Буково находится за КПП, отгороженное шлагбаумом от бурь суетного мира. В боковых зарослях прячутся четыре жилые многоэтажки, школа, детсад, гостиница, лабораторный корпус, мастерские, в которых изготавливают и ремонтируют астрономическое оборудование. Вот, кажется, и всё. В двух шагах от поселка — заводик, разливающий по бутылкам минеральную воду. В самом поселке минеральная вода течет прямо из крана. Чуть поодаль — тысячелетние развалины крупного аланского города, от которого сохранилось три древнейших христианских храма. Рядом на земле большой круг из камней, предположительно солнечный календарь. Ведь астрономия — самая старая из наук.

В Буково живут несколько сотен человек и бесконечное количество кошек и собак. От поселка отходят две дороги: одна на гору, к телескопу, другая — к станице, откуда мы приехали. Астрономы шутят: «Коллеги из Дубны хвалятся, что у них всего час до столицы, а мы им отвечаем, что у нас всего час до станицы».

Пойти особо некуда — ни кафе, ни развлекательных заведений, но ночной жизнь очень даже имеется. Местные сразу просят не пугаться, если встретим астронома в полночь на лесной тропе. Астрономы —очные существа. Кто-то ночью на дежурстве у телескопа, кто-то вышел посмотреть на звезды, у кого-то бессонница от высокогорья. Дежурства в обсерватории на горе — главное местное развлечение, за них идет борьба, очередь надолго расписана. Исследователи управляют телескопом дистанционно, из лабораторного корпуса в поселке, и радости дежурства связанны не с открытиями, а с медитациями на вершине горы под звездами.

Мы входим в лабораторный корпус. Здесь — центр местной жизни, смысл существования поселка. Каждый этаж оккупирован одной из каст астроно-

мов — солнечниками, вспышечниками, звездниками, внегалактиками. Но всё-таки ночью мало кто работает, сейчас корпус почти пустой.

— Я — МАВР! — астроном по имени Денис приглашает нас зайти к себе, в кабинет с табличкой «МАВР» — Методы Астрономии Высокого Разрешения. — В нашей лаборатории самая сложная методика наблюдений. Я навожу телескоп на звезду всего на две минуты, делаю за это время две тысячи кадров, потом забиваю другие координаты и перенавожусь. Так больше никто не наблюдает. Другие ставят экспозицию часа на два. Захожу, они сидят, борщ едят. Ну как это так, ёлки-палки! Я от такого даже теряюсь, потому что привык уже к спартанским условиям. Время наблюдений драгоценное, программный комитет его заранее распределяет по нашим заявкам на полгода — мне, допустим, досталось в этом полугодии шесть ночей.

— А в остальное время?

— Обрабатываемые данные, полученные в предыдущий сеанс, пишу статьи, езжу на конференции — обычная научная текучка. И еще все навесное оборудование для телескопа сделано нашими руками. Каждая лаборатория создает и вешает на телескоп свои приборы: мы — для спектр-интерферометрии, кто-то — для спектроскопии, кто-то — для фотометрии.

Мы усаживаемся за клавиатуру. Управлять телескопом можно с любого компьютера при помощи специальной программы. На экране показано положение телескопа, координаты объекта, на который он направлен, погодные условия. Задав новые координаты, наблюдатель может развернуть громадину в нужном направлении.

Денис открывает график ветра.

— Так и думал! Видите красные пики — это порывы выше десяти метров в секунду. Мы не имеем права наблюдать, ветер раскачивает телескоп. Изображение будет нечетким. Всё, нет погоды — нет наблюдений. Теперь пару месяцев придется ждать следующей вахты. Такая

бот у нас лотерея, игра фортуны. Вероятность, что тебе не повезет, — высокая. Это наша главная проблема.

Внутри телескопа

Думаете, на конце оптического телескопа огромное увеличительное стекло? Как бы не так! На направленном в небо узком конце БТА — железный люк, за которым спиной к звездам должен сидеть астроном.

Внизу, на широком конце зеркального телескопа, — гигантское вогнутое зеркало. Из открытого забрала тысячтонного купола свет падает на зеркало, а оно фокусирует его, собирая увеличенную картинку на экране перед глазами астронома, сидящего на верхнем конце в тесном металлическом «стакане». К счастью, стакан давно пустует — там лишь размещают приборы, которые управляются из лабораторного корпуса.

Обстановка рабочих помещений телескопа чем-то похожа на мрачную постъядерную компьютерную игру. Черные металлические двери, темные лестницы, узкие переходы, ведущие к таинственным конструкциям, которые нельзя трогать руками. Древние шкафы-компьютеры, дьюары с жидким азотом, станки и инструменты, тесный дребезжа-



щий лифт, способный провезти максимум двоих с одного уровня лабиринта на другой. Всё железное, тяжелое, простое, но на века, выдержит прямое попадание атомной бомбы. Мы пробираемся с фонариком по узким лазам, в ключевых местах наталкиваясь на шедевры красивого дизайна: большую красную кнопку, красную надпись «СССР», красную лампу тревоги, красный огнетушитель, красный телефон возле люка в стакан.

Зато внизу, в парадном вестибюле, атмосфера светлая и торжественная, как во время приема в пионеры. Здесь уже началась экскурсия для приехавших откуда-то издалека представителей МВД.

— До ближайшей от нас звезды Проксима Центавра свет идет около 4-х лет, — старается молодой астроном, взваливший на себя миссию экскурсовода.

Публика понимающе кивает, но понимает, похоже, каждый что-то свое.

— А у нас в галактике одна звезда? — спрашивает руководительница группы.

— Нет, сотни миллиардов, — ошеломленный астроном за долю секунды берет себя в руки и отвечает как ни в чем не бывало.

— Вы извините, что мы вас перебиваем, но нам ехать надо.

— Может, вопросы появились какие-то? Вы только скажите, что вам еще инте-

ресно.

— Вопросы есть? — дежурно обращается руководительница к группе. — Вопросов, наверное, много, лучше мы еще раз приедем.

Зачем нужны наземные телескопы

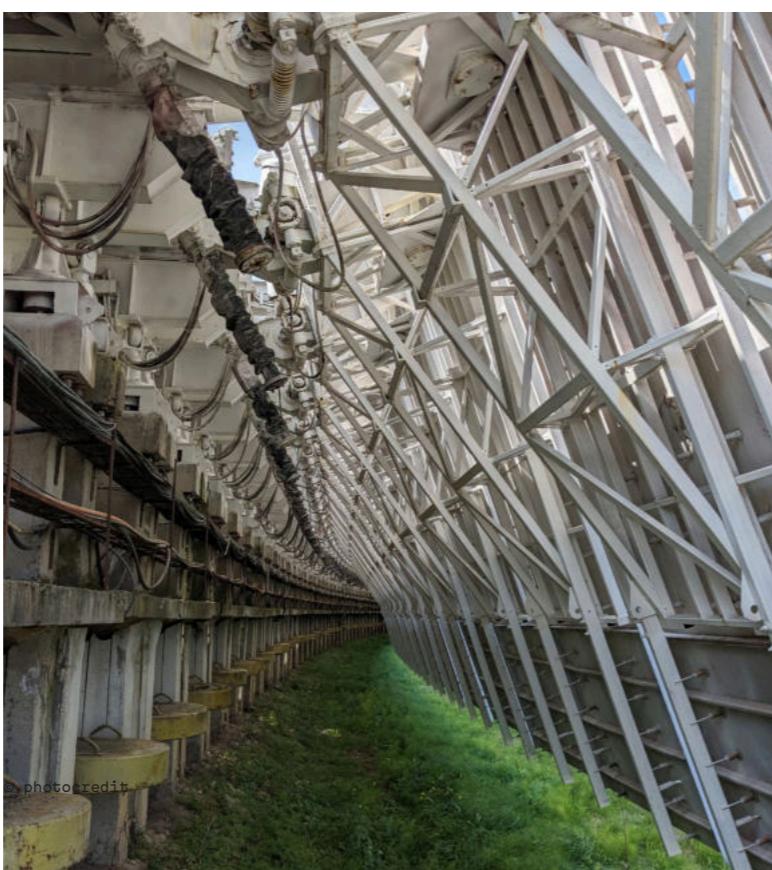
— А у наземной астрономии вообще есть перспектива?

— Конечно, есть! Орбитальный телескоп на порядки дороже — допустим, «Хаббл» стоил больше миллиарда долларов.

А по качеству снимков лучшие современные наземные телескопы сравнимы с космическими. Чего они не могут — так это работать в тех областях спектра, в которых атмосфера непрозрачна. Ведь это не случайно, что наш глаз различает лишь узкий диапазон лучей. Это тот самый диапазон, который пропускает земная атмосфера.

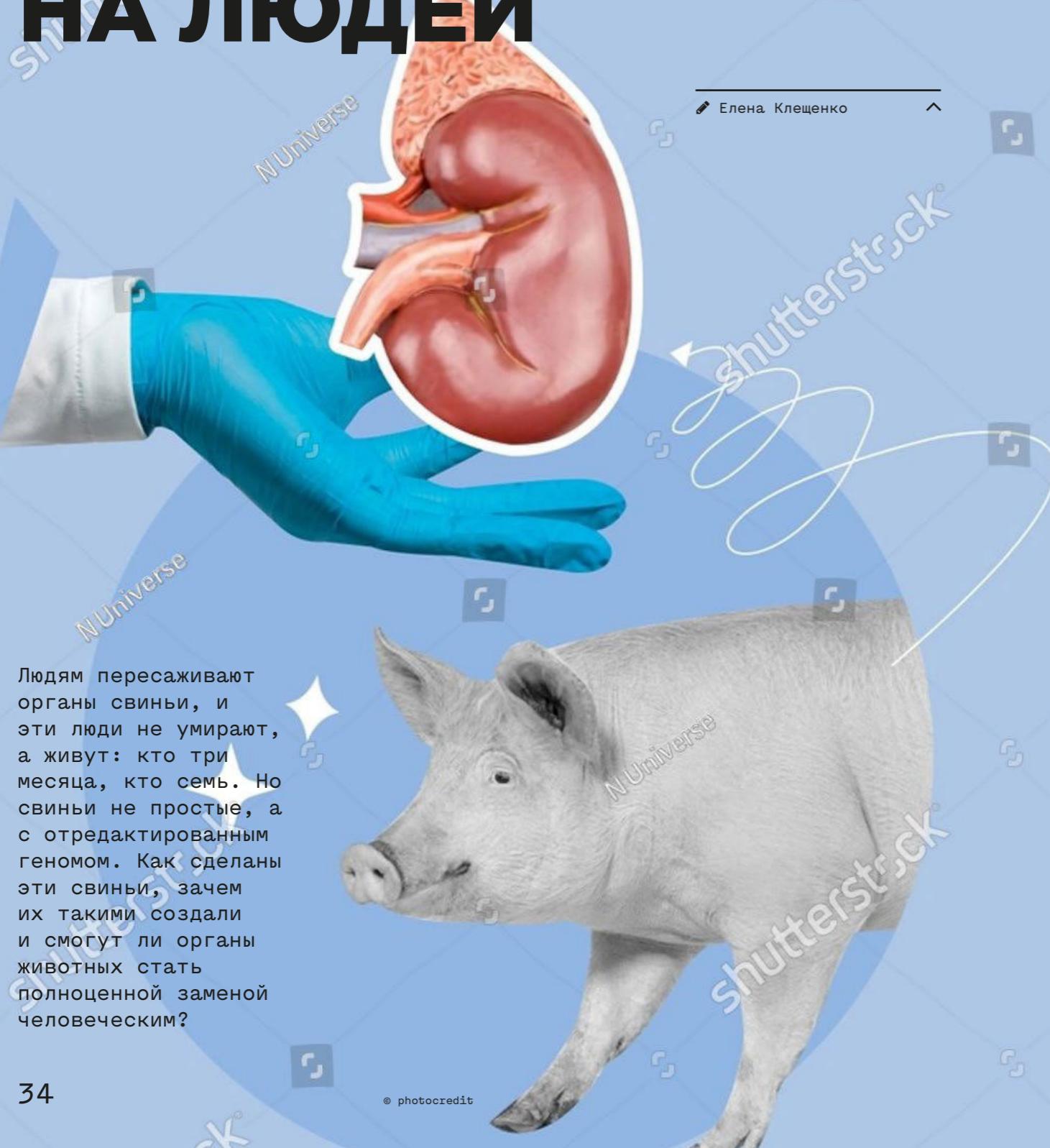
— Так атмосфера же пропускает невидимые лучи ультрафиолета и тепла — мы загораем и греемся на солнце.

— Атмосфера пропускает лишь ближайшие к видимому спектру области ультрафиолетового и инфракрасного. Поэтому в космос стремятся запускать телескопы, способные увидеть то, чего мы не видим с земли — например, в рентгеновском диапазоне. А в целом гигантский телескоп гораздо проще сделать на земле, чем выводить его в космос.



ЧИСТЫЕ СВИНЫЙ, ПОХОЖИЕ НА ЛЮДЕЙ

■ Елена Клещенко



Людям пересаживают органы свиньи, и эти люди не умирают, а живут: кто три месяца, кто семь. Но свиньи не простые, а с отредактированным геномом. Как сделаны эти свиньи, зачем их такими создали и смогут ли органы животных стать полноценной заменой человеческим?

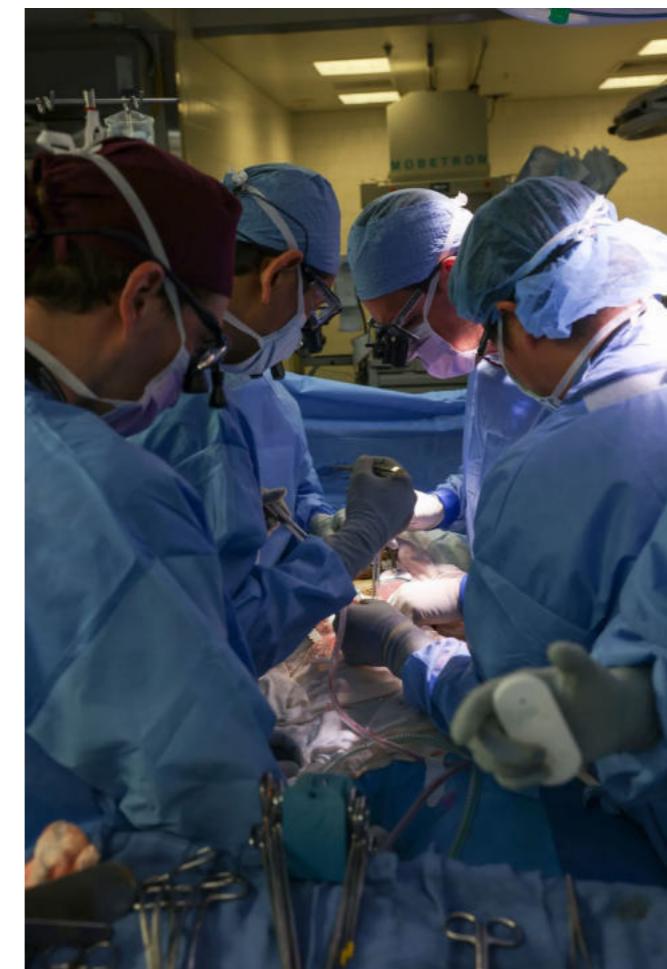
© photocredit

Ксенотрансплантация — пересадка органов от одного вида другому, в частности, человеку — до сих пор представляется чем-то из ранней научной фантастики: «Острова доктора Моро» Герберта Уэллса или «Человека-амфибии» Александра Беляева. «Я пересадил ребенку жабры молодой акулы», — сказал доктор Сальватор, и корреспонденты газет, присутствовавшие в зале, бросились к телефонам, торопясь сообщить редакциям эту новость... Казалось, что это выдуманное будущее, которое уже стало прошлым: всем известно, что чужородные ткани немедленно отторгаются. Какая там акула, какие химеры собаки с обезьяной — это сказки. Но всё изменило редактирование геномов. Саркастическое замечание Нормана Шамвея, пионера пересадки человеческого сердца: «Ксенотрансплантация — это будущее, будущим она и останется» — уже не выглядит таким бесспорным. По крайней мере, догма о «немедленном отторжении» органа животного опровергнута. В реальной жизни более востребовано не создание диковинных химер и людей с суперспособностями, а сохранение существующих возможностей организма — то, чем занимается медицина: продление здоровой жизни обычных людей. Обидно человеку умирать, когда у него отказал один орган, а остальные в порядке. Нельзя ли заменить сердце или почку и жить дальше?

Где взять новое сердце

Вариант, широко применяемый в клинике, — пересадка донорских органов. Но здесь есть хорошо известные проблемы. Первая — катастрофическая нехватка орга-

нов для всех, кто в них нуждается. Вторая — сложности с хранением и оперативной доставкой: жизнеспособность органа после смерти донора и извлечения из организма достаточно быстро ухудшается. Третья — иммуносовместимость донора и реципиента: не каждый орган подходит любому, и если донор не близнец реципиента, то реципиенту в любом случае придется всю жизнь принимать иммуносупрессивные препараты.



Работы по клонированию животных и рождение овечки Долли породили спекуляции о том, как из стволовых клеток пациентов будут выращивать эмбрионы и потом их использовать в качестве доноров. «Клонирование на органы» с социальной и этической точки зрения анализировали и футурологи, и биоэтики. Получением клонов занялись персонажи новых поколений писателей-фантастов, от Домов Архипелага Джексона у Лоис Макмастер Буджолд до закрытого института из «Поиска предназначения» С. Витицкого (более известного как Борис Стругацкий). И все пришли к одному выводу: эту схему невозможно сделать этически приемлемой. Нельзя производить на свет человека, чтобы потом забирать у него органы.

Интерес к медицинскому клонированию снизился, когда появилась возможность получать индуцированные плюрипотентные клетки из соматических, то есть неполовых клеток. Можно взять у пациента клетки, которые достигли конечной точки своего развития и впереди у которых только работа по специальности и своевременный финал существования — например, фибробласти кожи. И отмотать их развитие назад, сделать из фибробласта если не эмбриональную клетку, то плюрипотентную или мультипотентную стволовую клетку, то есть такую, которую можно превратить

© photocredit



в множество разных типов клеток. За это открытие получил Нобелевскую премию по физиологии или медицине в 2012 году японский биолог Синъя Яманака. Этот способ получения «человеческого материала» для ремонта организма выглядит идеальным. Но что с этими клетками делать дальше, если не выращивать из них человека для донорства органов? Как может выглядеть процедура лечения?

Внутривенное введение стволовых клеток как способ терапии или даже омоложения пока еще находится в стадии экспериментов. Одна из самых очевидных проблем, которую надо будет решить, — риск онкозаболевания. Вдруг омоложенная клетка не захочет играть по правилам и восстанавливать поврежденные или постаревшие ткани, а даст начало опухоли? Кроме того, вряд ли этот подход сработает при остром повреждении сердца, печени или легких: тут требуются не клетки, а целый новый орган.

Вероятно, когда-нибудь технологии 3D-биопечати станут достаточно хороши для того, чтобы мы могли напечатать пациенту сердце. Но пока еще до этого далеко. 3D-принтер печатает гелем с клетками, уложить этот гель в нужную форму нетрудно, но гелевое сердце пациенту не поможет. Клетки нужно заставить потом вырасти, образовать связи друг с другом, сформировать миокард, выстилку сосудов, нервные окончания... Специалисты работают, успехи есть.

Но до таких сложных устройств, как сердце или почка,

еще далеко.

А механические замены? В мире десятки людей живут с имплантированным механическим сердцем. Но и здесь есть свои трудности: живое сердце и любой другой орган чутко реагирует на изменения во внутренней и внешней среде, и это сложно воспроизвести. Если сердце не забывается чаще от радости или тревоги, это не только неромантично, но и потенциально опасно.

Поэтому органы животных остаются в деле. Нет альтернативного варианта, такого хорошего, чтобы о ксенотрансплантации навсегда забыли.

Свинья — лучший донор

Но почему свиньи, спрашивают многие. Нельзя было найти кого-то посимпатичнее, с лучшим пиаром? Каково будет пациенту после операции отвечать на вопросы, на сколько процентов он теперь свинья?

У свиней много преимуществ. Мы знаем всё о том, как их кормить и размножать, этот вид изучен настолько, насколько может быть изучено важное для продовольственной безопасности животное. Современные биотехнологии на свинье тоже хорошо отработаны. Первые клонированные пороссята появились на свет еще в 2000 году. Размножаются свиньи быстро, беременность продолжается всего четыре месяца, в помете может быть 10—15 детенышей. Размер органов приблизительно подходит для пересадки человеку.

Наконец, борцам за права животных будет трудно доказать, что нельзя жертвовать жизнью этого животного для спасения человека, пока в супермаркеты везут свиную вырезку и окорок.

Практически ничего из этого нельзя сказать о приматах. Мелкие обезьяны не подходят по размеру, крупных разводить сложно и дорого. Потомства они производят немного — один, реже двое детенышей. Клонировать обезьян и редактировать их геном тоже сложно — такие эксперименты делаются, но это совсем не рутина. И не только у оголтелого зоозащитника, а у любого, кто следил за успехами бонобо Канзи или гориллы Коко, возникают вопросы: имеем ли мы право забирать сердце или почку у того, кто может научиться говорить с людьми, любит друзей и детенышей, умеет шутить и узнает себя в зеркале?

Итак — свиньи. То, что без редактирования генома ничего не выйдет, на современном уровне развития иммунобиологии очевидно. Как уже говорилось, даже реципиенты человеческих органов всю дальнейшую жизнь контролируют активность своей иммунной системы, принимая иммунодепрессанты. Что же говорить о ткани другого вида?

Тем удивительнее, что отдельные успехи случались и до эпохи генного редактирования. Тогда это были чаще всего органы приматов.

Учителяница с почкой шимпанзе и бэби Фэй

«Хирург-волшебник планирует обновление всех жизненно важных органов», — сообщала газета Chicago Tribune от 20 июня 1922 года. Русский врач Сергей Воронов, переехавший в Париж, заявлял, что может «омолаживать» людей, пересаживая половые железы шимпанзе, и уже перешел к пересадке всех органов. «Я могу уменьшить возраст человека на 20



или 30 лет», — хвастался Воронов. Он, конечно, был шарлатаном, однако работал в рамках современных ему научных представлений: тогда еще нельзя было сказать с уверенностью, почему это невозможно. Вот и автора «Собачьего сердца» было высшее медицинское образование... Но в нормальной клинической практике успешных трансплантаций органов животному человеку не было.

В 1960-е годы хирург-трансплантиолог Кейт Римтсма из Тулейнского университета в Новом Орлеане пересадил почки шимпанзе нескольким пациентам. К тому времени был уже накоплен отрицательный опыт, но это были операции отчаяния. Долгосрочный диализ для его пациентов с почечной недостаточностью был еще недоступен, и человеческие органы для пересадки — тоже. Во всех случаях почки отказали через некоторое время. Большинство пациентов прожили от недели до двух месяцев, но одна женщина в возрасте 23 лет продержалась девять месяцев — этот рекорд пока не превзойден и в XXI веке. Она даже снова начала работать школьной учительницей, но внезапно умерла от остановки сердца, вызванной нарушением баланса электролитов.

Сердце шимпанзе человеку впервые в 1964 году пересадил хирург Джеймс Харди, впечатленный успехами Римтсмы, но человек прожил лишь чуть более часа.

Трансплантации сердец бабуина и шимпанзе человеку в 1970-е годы выполнял и великий южноафриканский хирург Кристиан Барнард — первый, чьи пациенты с пересаженным человеческим сердцем жили десятилетиями. И в этих случаях отторжение наступало в течение четырех дней.

Эксперименты с ксенотрансплантацией сердца надолго прекратились после «случая бэби Фэй». Стефани Фэй Боклер Трафаган родилась в 1984 году со смертельным заболеванием сердца. Леонард Бейли в калифорнийском Университете Лома Линда трансплантировал младенцу сердце бабуина. (К тому времени уже появились препараты для иммуносупрессии — подавления атак иммунной системы на трансплантат.) Предполагалось, что девочка сможет дождаться донорского человеческого сердца, но через 21 день она умерла. Этот случай вызвал бурные дебаты, критиковали, в частности, неадекватную процедуру получения согласия от родителей. Леонарду Бейли однажды посоветовали надеть бронежилет перед публичным выступлением.

Все эти и другие попытки не были бесполезными: они подтверждали принципиальную возможность операций по пересадке органов. Кристиан Барнард ввел трансплантацию сердца в клиническую практику, Леонард Бейли через год после операции Стефани Фэй выполнил успешную пересадку человеческого сердца

младенцу. Но с межвидовой пересадкой всё казалось безнадежным: неудачными были даже попытки пересадки человеку кожи свиньи.

Появление генной инженерии подсказало выход из тупика: если иммунная система хозяина атакует антигены трансплантата, давайте уберем из трансплантата антигены. Создадим генноизмененных животных, которые не будут производить иммуногенные белки или будут производить белки человека, способные обманывать иммунную систему, и эти животные станут идеальными донорами.

Какие антигены убрать из свиньи? Первый кандидат наметился сразу: альфа-гал, официально — галакто- α 1,3-галактоза.

Аллергия на мясо, переносимая клещами

Первых клонированных свиней в 2000 году и через два года первых ГМ-свиней получили сотрудники компании PPL Therapeutics — той самой, которая вместе с сотрудниками Рослинского института участвовала в клонировании овечки Долли в 1996 году. Компания наряду с британским Министерством сельского хозяйства финансировала эти исследования. Ее интересом было создание животных, которые производили бы лекарственные рекомбинантные белки. Например, трансгенные овцы должны были давать молоко, содержащее белок ААТ (альфа-1-антитрипсин) для лечения муковисцидоза и других состояний, связанных с разрушением соединительной ткани. Долли родилась из клетки эпителия молочной железы овцы именно потому, что сотрудники PPL изучали, как повысить продукцию нужных белков в молоке, и эти клетки оказались под рукой, когда начался эксперимент по клонированию.

Так вот, у поросят, родившихся в лаборатории PPL в 2002 году, был выключен ген α 1,3-галактозилтрансферазы (GGTA1), — фермента, который производит альфа-гал, соединяя две молекулы сахара галактозы. Полисахарида, содержащие альфа-гал, находятся на поверхности клеток почти всех млекопитающих — кроме людей и обезьян Старого Света. Для нас, приматов, это антиген, который является главной причиной острой иммунной реакции на трансплантацию органа свиньи.

Работа 2002 года по получению свиней без альфа-гал была выполнена под руководством Дэвида Айареса из PPL Therapeutics. Вскоре после этого PPL выделила дочернюю компанию Revivicor,

а Дэвид Айарес стал ее директором по науке. (В свою очередь, Revivicor в 2012 году была приобретена компанией United Therapeutics, которая запустила программу по разработке ксенотрансплантации почек, а затем сердца и легких. Когда сейчас пишут о свиньях Revivicor или United Therapeutics, это одни и те же животные.)

Но прежде чем свиньи Revivicor стали донорами органов, в конце 2020 года одна из их линий под торговым наименованием GalSafe была одобрена Управлением по контролю продуктов и лекарств США (FDA) как продукт для людей с аллергией на мясо. Да-да, разрешили употребление в пищу генноизмененных млекопитающих, пусть не с добавленным геном, а со сломанным! Это могло бы вызвать мощный общественный резонанс, но в декабре 2020 года все интернет-эксперты по ГМО переквалифицировались в вирусологов и специалистов по вакцинам.

Аллергия на мясо — что это вообще за напасть? Это, по сути, аллергия на альфа-гал. Описания подобных странных случаев появляются в медицинской литературе с 2008 года. У людей, которые ели говядину, баранину или свинину, развивается анафилактическая реакция — крапивница, отеки, бронхоспазм. Оказалось, что в крови таких пациентов присутствуют антитела к альфа-гал.

Хорошо, этот углевод для нас чужой, однако пострадавшие не трансплантировали себе свиные или коровьи ткани, а ели их, и у подавляющего большинства людей, которые едят мясо, никакой аллергии нет. Очевидно, должен быть еще какой-то дополнительный фактор, и он был обнаружен.

В США случаи синдрома альфа-гал чаще встречались



в юго-восточных штатах. И как-то раз один из ведущих исследователей этого феномена, Томас Платс-Милс из университета штата Виргиния, был укушен в лесу клещами, и после этого у него поднялся уровень тех самых антител к альфа-гал, которые он изучал. Начали опрашивать пациентов, и девять из десяти подтвердили, что их укусил клещ перед тем, как мясо начало вызывать аллергию.

Причиной аллергии оказались укусы клещей. Если клещ присасывался к дикому или домашнему животному, а потом к человеку, альфа-гал может попасть в кровь человека со слюной клеща. Клетки иммунной системы «познакомятся» с ним и начнут остро реагировать и на альфа-гал в составе пищи. Но мясо свиней GalSafe не содержит альфа-гал и аллергии вызвать не может.

Конечно, компания продолжала думать о медицинских применениях. Если активное вещество лекарства — белок, и этот белок выращен не в человеческой клетке, то на этот белок может прицепиться альфа-гал, и лекарственный препарат вызовет анафилактический шок. Без свиной отбивной жить можно, а вот без противоракового лекарства — нельзя.

Кстати, Платс-Милс с коллегами изначально исследовали не аллергию на мясо, а аллергию на противораковый препарат Эрбитукс (цетуксимаб) — моноклональное антитело против рецептора фактора роста, которое получают в культуре мышиных клеток. Из этих клеток антитело выходит украшенное молекулами углеводов с альфа-гал, и для пациентов, сенсибилизованных клещом, такое лекарство просто опасно. Свиньи GalSafe могли бы стать источником различных материалов для медицинских продуктов, свободных от альфа-гал, например гепарина — препарата, который препятствует свертыванию крови. Человеку с аллергией такие продукты могут спасти жизнь.

Как будем исправлять?

Но главной целью оставалось получение трансплантатов, к иммуногенности которых требования жестче, чем даже к лекарствам: они по определению долго остаются в организме. Свиней продолжали модифицировать, благо в следующем десятилетии появились CRISPR-Cas-технологии, и делать это стало намного проще.

Задача по оптимизации генома животного-донора напоминает инженерную или информатическую: как подружить две операционные системы и два устройства от разных брендов, чтобы они поработали вместе хотя бы какое-то время и не поломали друг друга.

Помимо гена GGTA1, кодирующего фермент, который производит альфа-гал, у свиней-доноров инактивировали еще два гена, участвующие в производстве

углеводов, которые вызывают иммунную реакцию у человека. Если интересно, гены называются СМАН и B4GALNT2; отключение GGTA1, СМАН и B4GALNT2 у свиньи — классика ксенотрансплантации. Отсутствие трех наиболее злых антигенов предотвращает острую реакцию, отторжение органа сразу после пересадки.

Но со временем возникают новые проблемы: иммунная система человека «приглядывается» к свиной почке и видит, что она чужая. Чтобы умиротворить макрофаги, естественные киллеры и прочие страшные для чужаков клетки, свиньям внедрили человеческие гены регуляции комплемента — особого «подразделения» иммунной системы,участвующего в защите от чужеродных агентов.

Кроме того, проблемы может создавать несовместимость между системами свертывания крови двух видов в пересаженном органе. Например, комплекс человеческого тромбина и соответствующего белка на свиных клетках не может запустить цепь событий, необходимых для предотвращения образования тромбов в мелких кровеносных сосудах. А тромбы могут погубить орган, значит, заменяем у свиньи белок, нужный для этого взаимодействия, на человеческий. Могут быть и другие модификации, например добавление противовоспалительных человеческих белков. В общей сложности предлагалось более 20 модификаций, а «базовая конфигурация» на данный момент — около десяти.

Некоторые из редакторских правок в геноме не имеют прямого отношения к иммунному отторжению.

Свиньи, которых мы едим, весят до двухсот килограммов, и их килограммовые сердца слишком велики для людей (а об экспериментах на бабуинах, которые весят 15—20 кг, лучше вообще не думать). У молодых свиней сердца подходящего размера, но после

трансплантации они растут, как если бы находились в большой свинье. Компания Revivicor у своих животных отключила ген рецептора гормона роста, и свиньи вместе с сердцами уменьшились примерно вдвое.

Альтернативный вариант — миниатюрные породы свиней, которых уменьшила сама природа с помощью естественного отбора. Взрослые особи минипигов и микропигов весят 40—90 кг; перспективными с точки зрения ксенотрансплантации считаются юкатанские и оклендские свинки, а также китайские бама.

Юкатанских маленьких свинок выбрала компания eGenesis из Кембриджа в Массачусетсе, которую основали знаменитый генетик Джордж Черч и его постдок Лухань Ян (сейчас она руководит китайской компанией Qihan Biotech в Ханчжоу, которая также занимается ксенотрансплантацией и клеточной терапией).

Джордж Черч — инициатор и участник многих дерзких проектов, в том числе таких эксцентричных, как компа-

ния Colossal Bioscience, объявившая своей целью возрождение вымерших видов с помощью реконструкции геномов их ныне живущих родственников. В 2025 году Colossal дважды попадала на первые полосы. Сначала она продемонстрировала СМИ мышей, «воспроизведящих фенотип мамонта» — желто-бурых и мохнатых. Потом белых волков, модификации в геноме которых копировали особенности плейстоценовых ужасных волков *Aenocyon dirus*. По-английски ужасные волки — *dire wolfs*, а питомцы семьи Старков в знаменитой саге Джорджа Мартина «Игра престолов» — *direwolfs*, в итоге интернет взорвало: Colossal клонировал лютоволков! Тут же нашлись люди, которые сказали, что всё это шоу, геноотредактированной мышью сейчас никого не удивишь, а крупный волк с нарушенной пигментацией шерсти не имеет никакого отношения к плейстоценовому виду псовых. Все это справедливо, однако, на мой взгляд, главное не в реконструкции вымерших видов (пусть меня извинят команда Colossal), а в том, что у нас появились инструменты, которые позволяют с высокой точностью редактировать геном млекопитающих и получать нужный результат.

У свинок от eGenesis отключены те же три гена, ответственных за производство углеводных антигенов, добавлены семь человеческих генов, укрощающих иммунную систему. А еще в их геноме инактивированы эндогенные ретровирусы свиньи, то есть копии древних геномов вирусов, встроенные в геном свиньи и теоретически способные снова вырваться оттуда и заразить человека. Проделана большая работа — геном этих свиней в итоге содержит 69 правок, из которых 59 были по ретровирусным мишениям.

Есть и другие компании, в которых получают свиней для ксенотрансплантации, но Revivicor и eGenesis, вероятно, самые известные. Репортажи в СМИ рассказывают о том, как живут и растут «самые чистые свиньи в мире». Эти свинофермы похожи на фармацевтические заводы — чтобы туда попасть, надо перебороться и сменить обувь, а для контакта с поросятами правила еще строже. Животные дышат очищенным воздухом, пьют очищенную воду и едят дезинфицированный корм. Все это необходимо, чтобы они ничем не заразились и не заразили реципиентов, у которых и без того неважное здоровье и которым предстоит подавление иммунитета. Будущим донорам создан максимальный комфорт. «Нужно обеспечить им достойную жизнь. Они отдают свои жизни ради нас», — говорят сотрудники компании Revivicor.

Реципиенты

В конце 2021 года FDA разрешило пересадить человеку сердце свиньи, созданной в компании Revivicor. Пациент — 57-летний Дэвид Беннет, страдающий

неизлечимой болезнью сердца, — был госпитализирован с опасной для жизни аритмией и более шести недель подключен к аппарату искусственного кровообращения. В его состоянии исключалось как ожидание донорского человеческого сердца, так и имплантация «искусственного сердца». Ксенотрансплантацию провели 7 января 2022 года сотрудники Школы медицины Университета Мэриленда. «У меня выбор — умереть либо сделать эту трансплантацию. Я хочу жить. Я знаю, что это выстрел вслепую, но это мой последний шанс», — говорил Дэвид Беннет за день до операции.

Некоторое время казалось, что всё хорошо, пациент начал делать гимнастику, смотрел Суперкубок по телевизору и спрашивал, когда ему можно будет поехать домой. Но через два месяца он все же умер. Второй человек, которому сделали аналогичную операцию, прожил 40 дней.

Однако трансплантация сердца — сама по себе тяжелая процедура, даже без дополнительных осложнений, которые приносят свиные антигены. В настоящий момент более успешными кажутся попытки ксенотрансплантации почек. Плюс здесь еще и в том, что у пациента с почечной недостаточностью есть запасной вариант — вернуться на гемодиализ, если почка будет показывать признаки отторжения.

Первого пациента, который получил отредактированную почку свиньи (это была почка от eGenesis), звали Ричард Слейман. Он много лет страдал диабетом и гипертонией, в декабре 2018 года ему пересадили человеческую почку, а семь лет до этого он находился на диализе. Пересаженная почка начала отказывать через пять лет, и Слейман возобновил диализ, однако у него начались осложнения — тромбы приходилось удалять каждые две недели. Он прожил со свиной почкой два месяца. Учитывая его состояние здоровья, нельзя было сказать с полной уверенностью, что причиной смерти послужила именно ксенотрансплантация. Признаки атаки иммунной системы на пересаженный орган отмечались, но аналогичные реакции наблюдаются примерно у каждого пятого реципиента человеческого органа.

Больше повезло Товане Луни (почка от Revivicor, операция в Медицинском центре Лангон Хэлс Университета Нью-Йорка в ноябре 2024 года). Эта храбрая женщина стала донором почки для своей матери, а затем вторая почка отказалась у нее самой, и девять лет она жила на гемодиализе, после чего решилась на участие в эксперименте. В феврале врачи отпустили ее домой в Алабаму. Однако в конце марта появились признаки отторжения органа и почечной недостаточности, и 4 апреля 2025 года почку было решено удалить. Но все же почка проработала четыре месяца и девять дней.

Еще одному пациенту, который провел на диализе более двух лет, 25 января 2025 года трансплантировали почку свиньи от eGenesis, и весь медицинский мир следит за этим случаем. Тиму Эндрюсу из Нью-Гэмпшира на момент операции было 66 лет. Чтобы стать кандидатом на трансплантацию, он упорно улучшал свою физическую форму, и его взяли, несмотря на диабет и перенесенный инфаркт. Он познакомился с Тованой Луни через социальную сеть, узнал о ее опыте и поверили, что ему операция тоже поможет. И действительно, его самочувствие сильно улучшилось, ушла слабость, он говорил журналистам, что давно не чувствовал себя таким бодрым. Сейчас он живет дома и время от времени сообщает, что у него всё в порядке. Некоторые эксперты считают, что первые полгода — самый опасный период и вполне вероятно в январе 2026 года отпраздновать новый рекорд.

Сможет ли пересаженный орган свиньи окончательно заменить человеческий? Пока чаще говорят о временной поддержке для пациента и возможности дождаться очереди на орган от донора-человека. Есть нежелательные процессы, приводящие к отторжению, которые могут прогрессировать годами, становясь из незаметных фатальными. Но кто знает, как будет дальше развиваться ксенотрансплантация? Лет десять назад мало кто верил, что дойдет до исследований в клинике с участием десятков людей.

А сейчас клинические исследования трансплантации почек свиней одобрены для продуктов eGenesis и Revivicor. В апреле eGenesis и компания OrganOx (Оксфорд, Великобритания) получили разрешение на испытание безопасности трансплантации печени свиньи, а еще не так давно считалось, что сердце

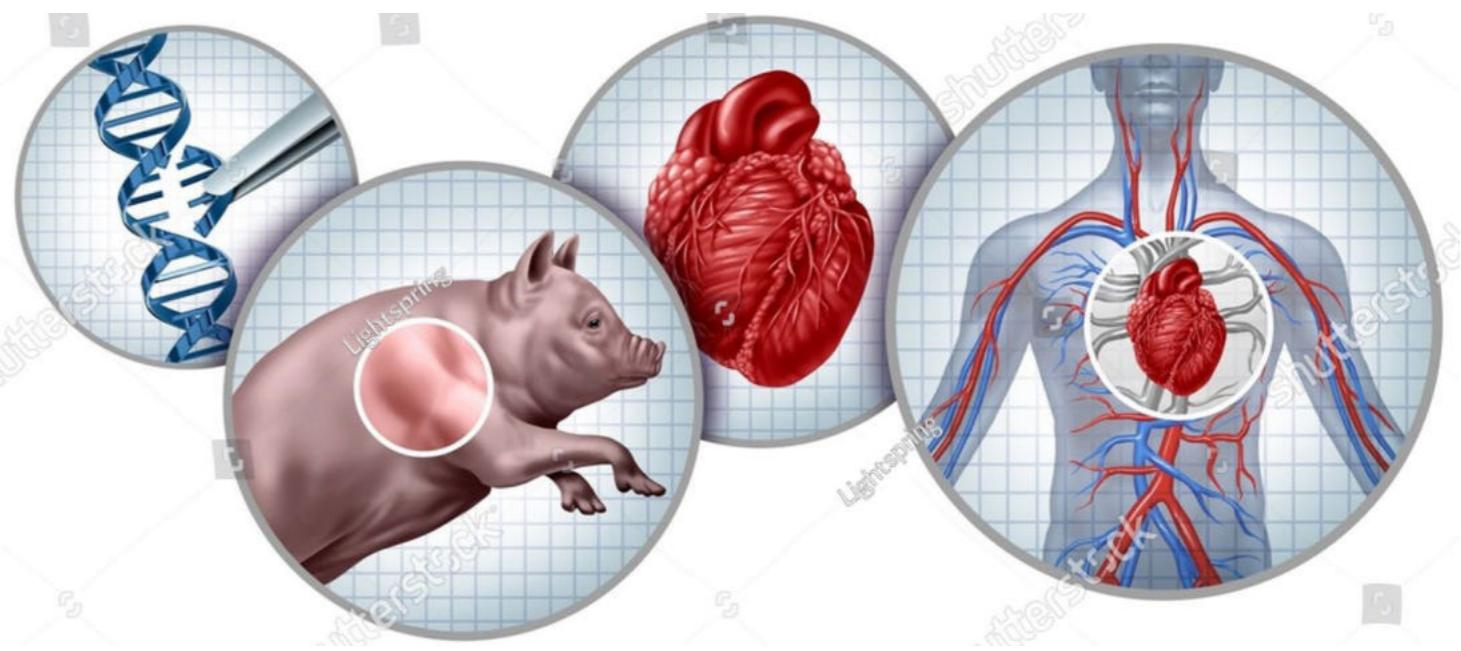
и почки — еще представимо, но свиная печень никогда не будет трансплантирована человеку из-за своей большой иммуногенности. Людям со смертью мозга пересаживали легкие свиней.

И это не только Америка и Европа — печень и легкие трансплантировали в Китае. Органы отредактированных свинок бывали для этих экспериментов изготовлена компанией Chengdu Clonorgan Biotechnology. Пишут, что в марте живая 69-летняя женщина получила их почку, но эти результаты пока не опубликованы в рецензируемых журналах.

Майк Кёртис, нынешний генеральный директор eGenesis, считает, что клинические исследования их подхода «позволят оценить его потенциал для решения шокирующей проблемы почечной недостаточности во всем мире».

США, Европа, Китай, а что же Россия? Свои потенциальные доноры у нас есть — сибирские мини-свиньи, которые живут в Институте цитологии и генетики Сибирского отделения РАН; взрослые свинки весят 60—80 кг. Когда этот номер готовили к печати, появилась информация о проекте по ксенотрансплантации с их участием. Как сообщил СМИ заведующий лабораторией генетики развития ИЦИГ СО РАН Нариман Баттулин, у наших свиней уже инактивирован ген α 1,3-галактозилтрансферазы (GGTA1), производящий альфа-гал, — первый шаг сделан.

Не знаю, работает ли почка Тима Эндрюса сейчас, когда вы читаете эту статью (надеюсь, что да). Но за ним идут другие: 54-летний Билл Стюарт 14 сентября прожил с почкой свиньи три месяца. А исследователи пробуют новые генные модификации и новые режимы лекарственной поддержки пациентов.



МУЗЕЙНАЯ КРАСОТА

Надежда
Ладыгина-Котс.
Портфолио одного
из крупнейших
зоопсихологов мира

Совместно с Государственным
Дарвиновским музеем

Может,
может быть,
когда-нибудь
дорожкой зоологических аллей
и она —
она зверей любила —
тоже ступит в сад,
улыбаясь,
вот такая,
как на карточке в столе.
Она красивая —
её, наверно, воскресят...

Это из поэмы «Про это» Владимира Маяковского. Строки были посвящены биологу Надежде Ладыгиной-Котс. Нет, никакого романа с поэтом у неё не было. Она была верна своему мужу — Александру Котсу, тоже биологу. Вместе они прожили больше полувека, познакомившись ещё до Первой мировой войны и пройдя через все исторические эпохи до хрущёвской оттепели.

Вместе они основывали Дарвиновский музей, вместе взяли домой юного шимпанзе Иони, вместе воспитывали сына Рудольфа... Из их истории можно сделать, наверное, самую трогательную семейную сагу в истории науки.

Надежда Ладыгина-Котс была учёным-биологом, чьи работы в начале XX века заложили фундамент современной зоопсихологии и когнитивной этологии. Достаточно назвать сравнительное исследование развития маленького шимпанзе и человеческого ребёнка, которое Надежда проводила непосредственно у себя дома. Когда читаешь написанные на основе этих наблюдений статьи и книги, поражаешься пунктуальности исследователя: тысячи записей, рисунков, экспериментов, таблиц. Эдакая отличница.

Но научная дотошность не мешала ей быть яркой женщиной и ценить свою красоту. Она любила наряжаться в изысканные костюмы и позировать фотографу на фоне экспонатов Дарвиновского музея. Часть этих фотографий сохранилась в архивах музея, и мы с удовольствием публикуем их на страницах нашего журнала.

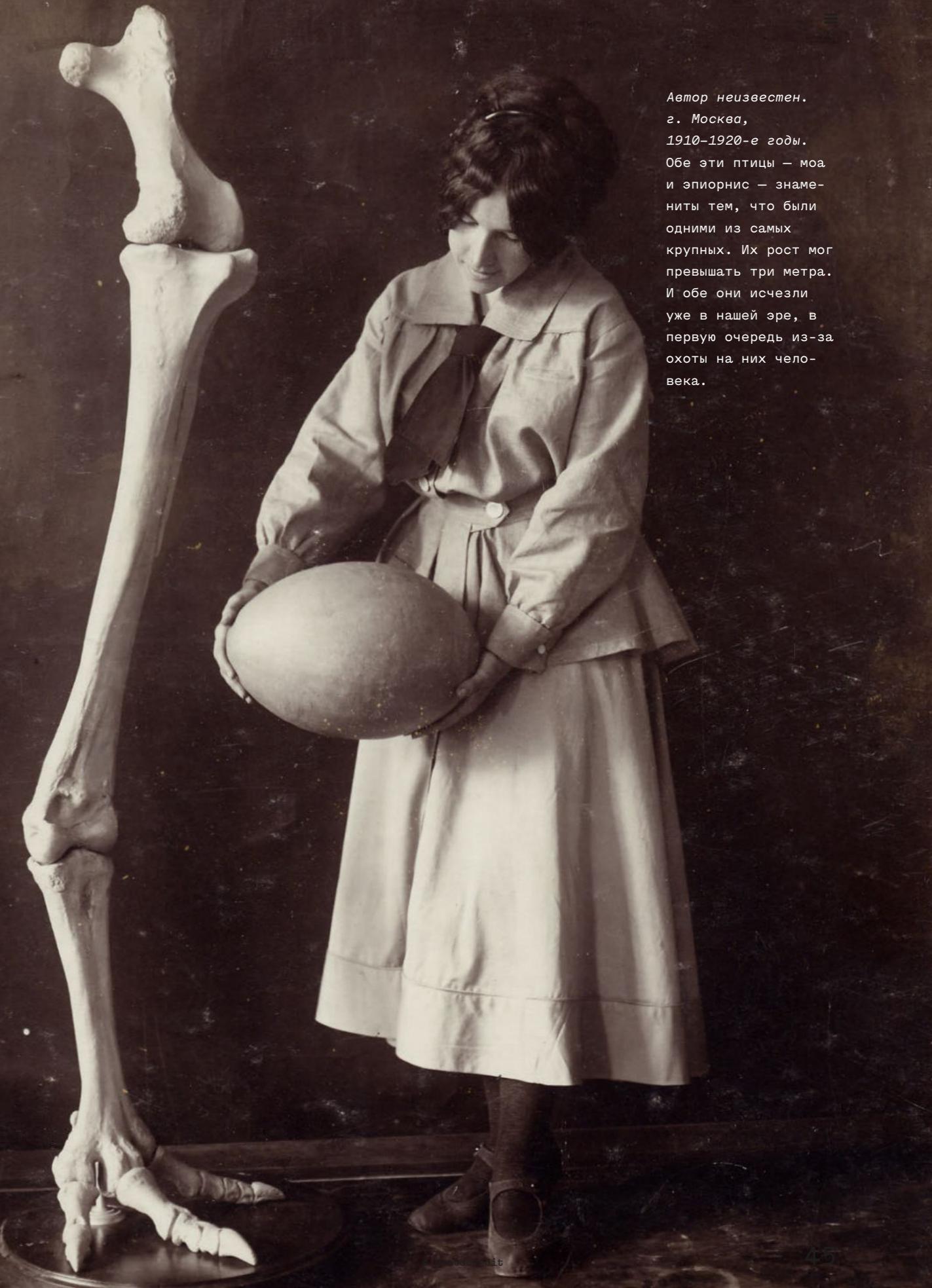
Автор неизвестен. Москва,
фотоателье К. А. Фишера, 1911 г.
А это чучело — подарок невесты. Надежда Ладыгина в 1908 году поступила на физико-математическое отделение Высших женских курсов в Москве. Там она познакомилась с молодым преподавателем Александром Котсом, который читал у них лекции. В 1911 году они поженились. Их свадебные подарки стали основой Дарвиновского музея.



Автор неизвестен. Москва, 1919–1920-е годы.
Гигантский японский краб, обитающий в Тихом океане, — один из самых крупных видов, размах его ног может превышать три метра. Этот экземпляр был приобретен в 1919 году Александром Котсом за тысячу рублей. Сейчас его можно увидеть в Дарвиновском музее в зале «Многообразие жизни».



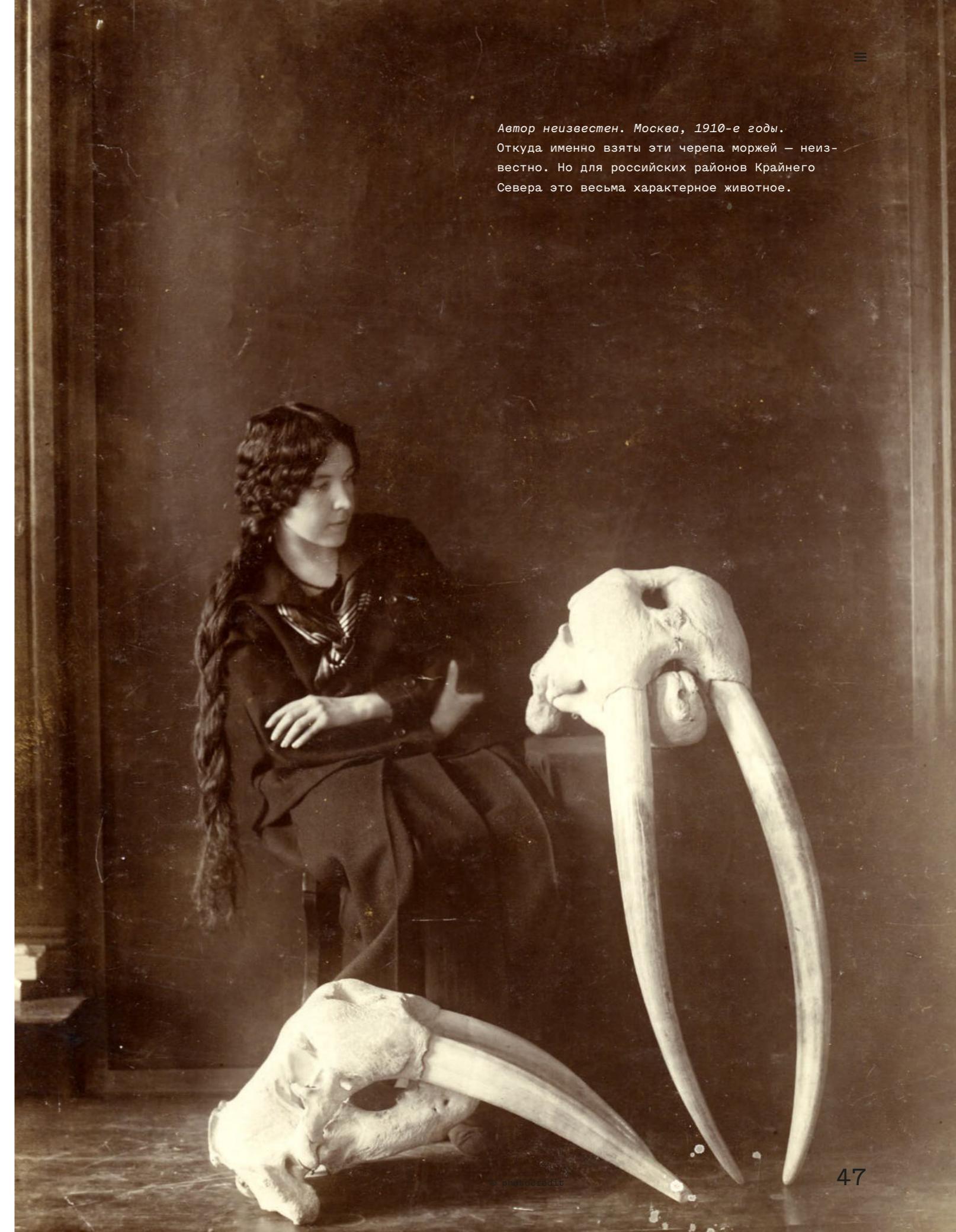
Автор неизвестен.
г. Москва,
1910–1920-е годы.
Обе эти птицы — моа и эпиорнис — знамениты тем, что были одними из самых крупных. Их рост мог превышать три метра. И обе они исчезли уже в нашей эре, в первую очередь из-за охоты на них человека.



Автор неизвестен. Москва, 1910–1920-е годы.
Эти акулы обитают в тропических и субтропических
водах всех океанов. У них веретенообразное про-
долговатое тело и характерные длинные и широ-
кие, разведённые подобно крыльям грудные плав-
ники. Верхняя поверхность тела окрашена в серый,
бронзовый, коричневый или синеватый цвет, брюхо
белое. Питаются в основном рыбами и моллюсками.



Автор неизвестен. Москва, 1910-е годы.
Откуда именно взяты эти черепа моржей – неиз-
вестно. Но для российских районов Крайнего
Севера это весьма характерное животное.



Автор неизвестен. Москва, 1919–1921 годы.

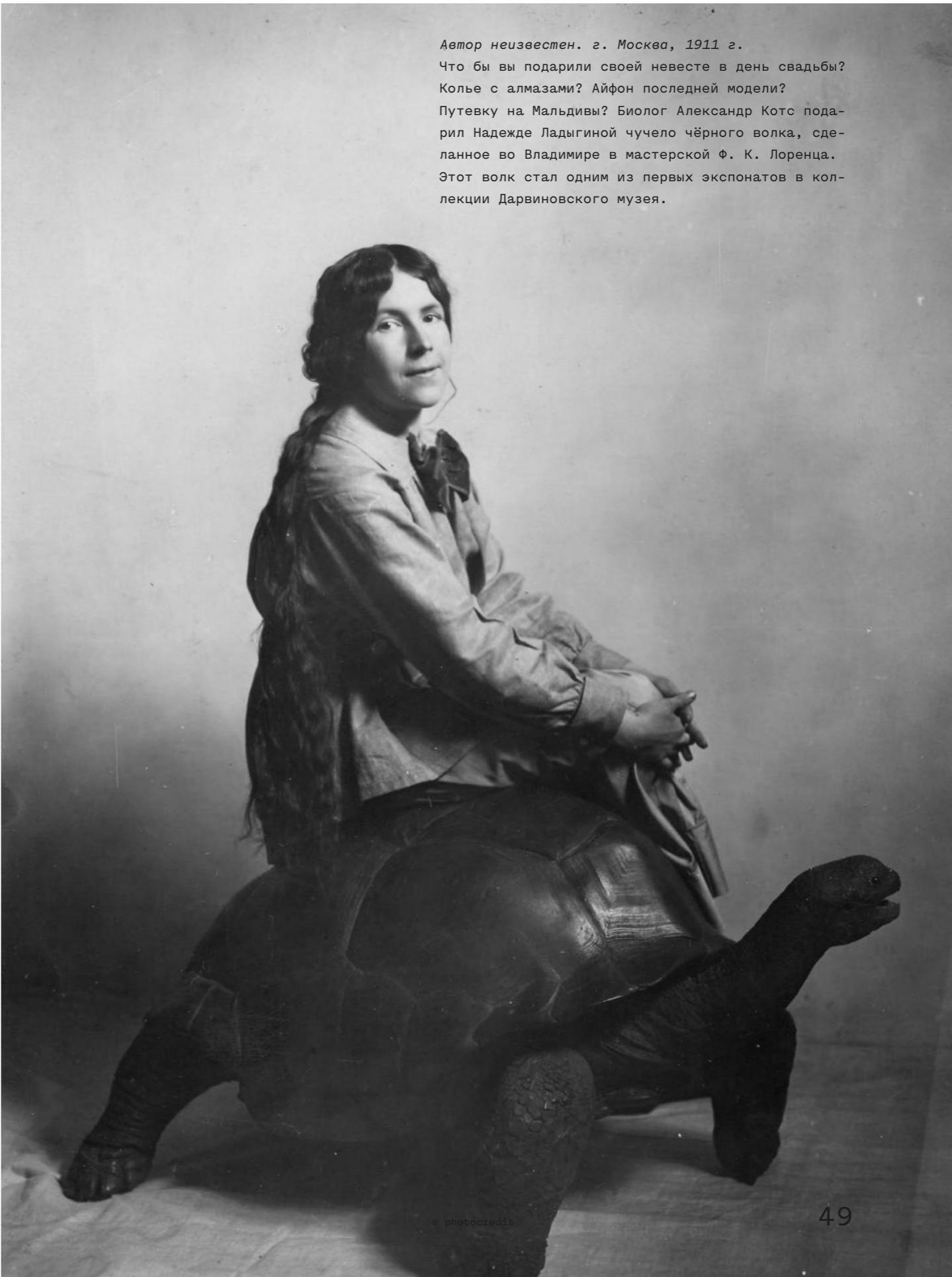
Феникс – порода кур, полученная в результате скрещивания японских декоративных кур онагадори и йокогама-тоса. Сама птица относительно мелкая, но длина её хвоста может быть больше трёх метров.



Автор неизвестен. г. Москва, 1911 г.

Что бы вы подарили своей невесте в день свадьбы? Колье с алмазами? Айфон последней модели?

Путевку на Мальдивы? Биолог Александр Котс подарил Надежде Ладыгиной чучело чёрного волка, сделанное во Владимире в мастерской Ф. К. Лоренца. Этот волк стал одним из первых экспонатов в коллекции Дарвиновского музея.





Автор неизвестен. Москва, 1910–1920-е годы.
Фороракос, также известный как «птица ужаса», — вымерший вид. Он обитал примерно 5–23 миллиона лет назад в Южной Америке. Масса этой птицы могла доходить до трехсот килограммов, то есть больше, чем у сотни куриц. Сейчас этот слепок черепа находится в зале «Макроэволюция» Дарвиновского музея.

© photocredit

Подписывайтесь на «Кота»!



«Кот Шрёдингера» — один из лучших научно-популярных журналов страны, планеты, Солнечной системы, да что там — Галактики! По крайней мере, нам так кажется. Если вы согласны, подписывайтесь на «Кота». •

Всё самое интересное впереди!





СЕАНС ОВ ПСИХОТЕРАПИИ С КВАНТОВЫМ ЧЕЛОВЕКОМ

Сенсационные встречи с человеком-электроном, который живёт в микромире (атоме) по законам квантовой механики

Иосиф Лейбин



Мой приятель, психотерапевт, на дружеских посиделках часто интересовался парадоксами квантовой механики. Я рассказывал ему о квантовой спонтанности (когда родственные частицы мгновенно узнают о событиях в жизни друг друга даже на расстоянии), прыжках с одного квантового уровня на другой, о том, что в микромире все одновременно и волны, и частицы — как кот Шрёдингера, который одновременно и жив, и мёртв. И мой друг сожалел о невозможности поговорить с обитателями квантового мира и лучше понять эту удивительную реальность. А что, если бы там могли жить люди? Было бы здорово с ними пообщаться! Мы представили, что на сеансе у психотерапевта оказался человек, считающий себя электроном внутри атомных квантовых уровней, который может поглощать только определённые кванты света — фотоны, точно попадающие в его энергетические уровни. В конце концов, был же **человек, принявший жену за шляпу**. Человек, принявший жену за источник фотонов, может показаться даже более логичным.

Сеанс 1 «Не могу встать с кровати, не могу выйти из дома»

Психотерапевт. Добрый день, Электрон Лептонович. Что вас тревожит?

Квантовый человек. Я застрял в потенциальной яме: не могу встать с кровати, не могу выйти из дома. Не могу найти энергию для работы. Выйти из **основного состояния**, так сказать.

Психотерапевт. Это серьёзная и распространённая проблема. А как вы находили энергию раньше?

Квантовый человек. Всё, что раньше мне помогало, теперь не работает. Будто у меня больше нет близких уровней энергии. В отдельные дни я не могу даже подняться с кровати, хотя солнце светит мне прямо в глаза. Понимаете, для перехода с уровня на уровень квантовому человеку подходит не любая

В наше время большинство психотерапевтов не укладывают клиентов на диван, предпочитая общаться сидя. Но образ «психотерапевтической кушетки» прочно вошёл в культуру благодаря Зигмунду Фрейду.

«Человек, который принял жену за шляпу, и другие истории из врачебной практики» — книга британского невролога и популяризатора науки Оливера Сакса.

Основным состоянием называется минимальное по энергии состояние электрона в атоме.

энергия. Нужен квант света конкретной частоты. У каждого из нас свои уровни, свой спектр, и нам нужны идеально подходящие кванты.

Психотерапевт. Но вы успешно добрались сюда и признаёте проблему. Это шаг в нужном направлении.

Квантовый человек. Не моя заслуга. Санитары скорой помощи просветили меня рентгеном, и меня выкинуло из дома прямо к вам. Рентгеновский свет — грубо говоря, исключение из правила, он может выбить квантового человека вообще из атома. Я прилягу на ваш **диван**?

Психотерапевт. Да, конечно. Ложитесь и расскажите подробно, что вас беспокоит. А я постараюсь понять. Зачем вы светите мне в лицо фонариком?

Квантовый человек. Я перешёл из высокого возбуждённого состояния в низколежащее, а значит, обязан испустить фотон. Таков закон.

Психотерапевт. Ясно... Но тогда вы должны были быстро мигнуть фонариком, пока ложились, и сразу выключить его. Один переход с уровня на уровень — один квант света.

Квантовый человек. О, так вы меня понимаете! Тогда имеет смысл рассказывать. Я застрял в потенциальной яме. Понимаете, раньше я вставал, когда лучи утреннего света падали мне на лицо, и чувствовал радость, энергию, меня закидывало, ну, не на седьмое небо, но как минимум на третье, и я мог дойти до работы, до почты, сделать дела, заглянуть к родственникам... Сейчас я лежу в кровати по утрам, на меня светит солнце, но свет... он не тот. Всё не то. Я хочу вернуть старый, правильный свет, который давал силы для работы, семьи, общения.

Психотерапевт. Кажется, я начинаю понимать, как вам помочь. Но боюсь, у нас заканчивается время. Давайте продолжим с этого места, например, в следующий четверг. Как вам?

Квантовый человек. Можно, наверное, но как я выберусь из дома? Скорую снова вызывать?

Психотерапевт. Учитывая ваше состоя-

ние, нам придётся поселить вас в стационаре. Это большое круглое здание, внутри накопительное кольцо больничного синхротрона. Когда придёт время сеанса, мы просто направим излучение в вашу палату.

Квантовый человек. Хай-тек. Ну ладно, дома всё равно делать особо нечего, с тех пор как жена съехала. Полежу у вас.

Сеанс 2

«Кровать — основное состояние с наименьшей энергией»

Психотерапевт. Вы сказали, что раньше вас поднимал с постели утренний свет. Допустим, длина его волны годилась для перехода на один из доступных вам уровней. Но ведь зимой необходимо вставать затемно, как же выправлялись?

Квантовый человек. Жена лампочку включала. Лампочка — это, конечно, не солнце, но вместе с включённым отоплением энергии для перехода на уровень выше оказывается достаточно.

Психотерапевт. А жена ваша тоже квантовая? Кто тогда будил её?

Квантовый человек. Она школьный учитель, ей дети пишут на телефон круглые сутки. За этим интересно наблюдать: экран загорается синим светом, и она переходит в возбуждённое состояние. Она точно квантовая, только спин противоположный. Квантовым людям с одинаковым спином в одной кровати спать запрещено. Таков закон.

Психотерапевт. А вас свет от телефона не поднимает?

Квантовый человек. Ну вы же знаете золотое правило Ферми. Периодическое возмущение, такое как световая волна, может провоцировать переход как снизу вверх, так и сверху вниз.

Телефон, конечно, поднимает с кровати, но если его сразу не отложить, очень быстро укладывает обратно. В итоге получается так: я лежу с телефоном, листаю ленту — и работа снова не дела-

ется.

Синхротрон (от слов «синхронизация» и «электрон») — мощный ускоритель частиц. Под Новосибирском сейчас заканчивается строительство мегасайенс-синхротрона СКИФ (Сибирский кольцевой источник фотонов).

Спин (от англ. spin — вращаться) — квантовая характеристика элементарных частиц, внутренний магнитный момент, может различаться по знаку (+ или -). На одном уровне энергии в атоме могут ужиться только два электрона, третий уходит на следующий уровень. Именно благодаря этому химические свойства атомов так разнообразны.

Иначе все электроны находились бы в одном, самом низком состоянии.

Золотое правило Ферми — формула, задающая вероятность перехода электрона с уровня на уровень при действии некоторого возмущения (например, прилетевшего фотона).



Для иллюстрации этой истории мы выбрали фрагменты из книги «Физика элементарных частиц для любознательных», которая в этом году вышла в издательстве АСТ. Её автор — Дмитрий Казаков, член-корреспондент РАН, специалист в области квантовой теории поля и физики элементарных частиц. Он окончил физфак МГУ им. М. В. Ломоносова. Сейчас возглавляет лабораторию теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова Объединённого института ядерных исследований в Дубне.

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ

Итак, атом состоит из ядра и электронов. Как же устроен атом? Резерфорд предположил, что электроны вращаются вокруг ядра подобно тому, как в Солнечной системе планеты вращаются по орбитам вокруг Солнца. Однако если бы всё в действительности было так, атом не мог бы существовать. Дело в том, что по законам классической физики электроны, которые притягиваются к ядру в силу электрического притяжения, должны были бы упасть на него, и атом прекратил бы своё существование.

О-о-ой!
Я ПОСТЕПЕННО
ТЕРЯЮ ЭНЕРГИЮ!

Почему электрон не падает на ядро — большая загадка. Конечно, вы можете спросить: «А почему Земля не падает на Солнце, если вращается вокруг него по орбите?» Оказывается, для того чтобы Земля упала на Солнце или электрон — на ядро, они должны потерять энергию, с которой движутся по орбите. Земля эту энергию почти не теряет, поэтому орбита Земли практически неизменна, и наша планета не падает на Солнце. Хотя понемножку потеряя энергии всё-таки происходит, и Земля медленно-медленно падает на Солнце, но мы совершенно этого не замечаем.



ется! Поэтому я стараюсь пользоваться гаджетами как можно меньше. И они точно не решат мою проблему.

Психотерапевт. Итак, вас поднимает с кровати... точнее, поднимал раньше свет — либо солнца, либо лампочки, либо рентгеновской машины.

Квантовый человек. Да. Для квантовых людей кровать — основное состояние с наименьшей энергией. Мы все получаем энергию, встаём, затем испускаем её обратно в окружающий мир и возвращаемся в кровать. Всё, что имеет цвет, участвует в этом круговороте. Кроме меня. Я не могу подняться.

Сеанс 3

«Раньше ступенек было больше»

Психотерапевт. А так ли плохо быть в основном состоянии? Может, с ним не стоит бороться? Что, если позволить себе побывать в нём?

Квантовый человек. Нет. Это не нормально. Люди не поймут.

Психотерапевт. Нормальность условна, вы же понимаете. К примеру, 125 лет назад не было никаких квантовых людей. Вас кто-то осуждает?

Квантовый человек. Нет, конечно, ведь все вежливые. Осуждают на расстоянии. Скажите лучше, вы уже поняли, что со мной и как с этим бороться?

Психотерапевт. Есть одна теория. Вы упомянули отопление. Тепло, инфракрасное излучение. Всё это возбуждает колебания в молекулах. Мне кажется, вы стали жертвой так называемой атомизации общества. Раньше вы жили в молекуле. У молекул много степеней свободы, они врачаются, колеблются. С точки зрения квантовой механики это значит, что у них есть колебательные и вращательные уровни энергии...

Квантовый человек. То есть мне не кажется, что раньше ступенек было больше! И подниматься было легче. Это не я испортился — это мир!

Психотерапевт. Вы почти никогда не были на дне потенциальной ямы: вместе с вашей молекулой вы всё



ЯДРО И АТОМ

В отличие от большой Земли, маленький электрон потерял бы свою энергию практически мгновенно. Потому что любая электрически заряженная частица во время своего движения испускает свет, и её энергия постепенно истрачивается на такое излучение. Но электрон в атоме по какой-то причине свет не излучает и не падает на ядро. Поэтому атом оказывается очень стабильной структурой.

Разумеется, учёные пытались разобраться, что же это за таинственная причина. Очень скоро стало понятно, что электрон не подчиняется законам классической физики, по которым живёт весь привычный нам мир крупных тел. И только создание квантовой механики, которое перевернуло всё наше понимание природы, позволило понять, как же устроен атом.

время прыгали по подиумам, жили в огромном живом ансамбле. Солнечному свету было намного проще дать вам энергию, ведь с таким широким спектром уровней и подиумов обязательно найдётся подходящая частота. А вот у атома очень узкие спектральные линии, и только очень точно подобранный свет может его возбудить. В утреннем солнце его может и не быть или быть совсем чуть-чуть.

Квантовый человек. Может, вы тогда найдёте мне друзей и подселите их в стационар? Будем вместе большой странной молекулой.

Сеанс 4

«Кому какая разница, что там у моей волновой функции внутри»

Психотерапевт. Как вы стали квантовым человеком?

Квантовый человек. Никак, просто между людьми в человеческом сообществе и электронами в квантовом мире есть большое сходство. Например, как электроны считаются **неразличимыми частицами**, так и я неотличим от остальных людей — поменяйте меня с Васей из соседнего подъезда, и в системе моего дома для стороннего наблюдателя не изменится ровным счётом ничего.

Психотерапевт. Что-то всё-таки изменится — это мне друг, квантовый химик, рассказывал. **Волновая функция**, та самая, которая описывает поведение частиц, поменяет знак, станет из положительной отрицательной.

Квантовый человек. Или наоборот: станет положительной. Да и кому какая разница, что там у моей волновой функции внутри. Математическая фикция! Сказки о мнимой внутренней сложности квантовых людей. Важен же только квадрат функции, а значит, какой знак конкретно у моей функции, не важно. Индивидуальные частицы вообще не важны!

Психотерапевт. Ну почему, очень даже важны. Уберём один-единственный

Молекулярная и атомная спектроскопия — методы изучения энергетических изменений, происходящих при взаимодействии света с молекулами и атомами соответственно. Когда светят на молекулы, обычно образуются широкие полосы, потому что в молекуле возможных переходов великое множество. Когда светят на атомы, образуются тонкие чёткие линии разных цветов, соответствующие уровням энергий.

Неразличимость и принцип неопределённости. У квантовых частиц нет понятия траектории. Принцип неопределенности Гейзенberга гласит, что нельзя одновременно знать местоположение и скорость частицы. Чем лучше мы знаем место, тем хуже — скорость, они как бы размазаны и ускользают от наблюдения. Их нельзя пронумеровать и следить за каждой отдельно. Как следствие, все электроны (ну и любые квантовые частицы одной природы) неразличимы между собой. Нет электронов Петя и Вася. Есть просто два электрона.

Волновая функция (амплитуда вероятности) — математическая функция в квантовой механике для описания состояния, например, частицы. Квадрат модуля этой функции — вероятность обнаружить частицу в окрестности данной точки пространства в данный момент времени. Точные координаты конкретной частицы определить нельзя, но вероятность обнаружить её в данной точке — можно.

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ



Смотри
экскурсию
в ОИИ

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА ОТКРЫВАЕТ НОВЫЙ МИР

Так в нашу жизнь пришла совершенно новая наука — квантовая механика. Мы открыли квантовый мир с его квантовыми законами, которые описывают все мельчайшие частицы: протоны, нейтроны, электроны и другие. Именно квантовая механика помогла объяснить, почему электрон не падает на ядро. Слово «квант» в названии квантовой механики означает «порцию» энергии. Оказывается, элементарные частицы испускают и поглощают энергию не непрерывно, а порциями. Мельчайшая такая порция — это и есть квант. Сначала речь шла о кванте электромагнитного поля, он получил название фотон. Но потом оказалось, что и все элементарные частицы являются квантами различных полей.

ХОТИТЕ КВАНТ СВЕТА?

электрон из атома — вас, например, — заряд и общий спин изменятся. Или если даже не убирать, а просто расположить их по другим уровням, немагнитное вещество станет магнитным. Вообще все свойства можно поменять, переместив один-единственный электрон! Вот в атомах железа на верхнем уровне есть одинокий неспаренный электрон, и поэтому железо магнитное. А многие другие металлы — нет.

Квантовый человек. Да уж. Надо сказать всем одиноким людям, что их одиночество питает магнитное поле Земли, пусть порадуются.

Сеанс 5

«Мои друзья уже обзавелись связями на новых местах»

Квантовый человек. Я вот ещё что подумал. Знаете же, что, когда в системе есть несколько уровней с одинаковой энергией, **электроны стремятся распределиться на них по одному?** Возьмём молекулу кислорода O₂, например. У него на внешних оболочках есть два электрона и два уровня с одинаковой энергией. Знаете, какое состояние выбирает природа? Правильно, то, где два электрона сидят раздельно.

Психотерапевт. Но в вашей интерпретации мужчины и женщины имеют разнонаправленные спины. Если продолжать вашу аналогию, то дом, где в одной квартире живёт пара, а вторая квартира пуста, имеет большую энергию, чем дом, где по соседству живут двое друзей. Вы бы больше хотели жить рядом с друзьями?

Квантовый человек. Моих друзей перенесло в другое место внешним полем. Включал его не я, и выключать тоже не мне. И даже если поле выключить, они уже не вернутся. Атомизация общества, как вы и сказали.

Психотерапевт. Конечно. Но свободные атомы или даже фрагменты молекул (свободные радикалы) в природе существуют недолго и очень быстро вступают в реакции. Тот же кисло-

Правило Хунда — порядок заполнения электронами орбиталей (уровней энергии) из школьной химии 8-го класса. Идём с нижней полки вверх, ставим на каждую по два электрона. Если есть несколько полок одного уровня, ставим на них по одному электрону и только потом, если они ещё остались, — по второму.



КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА ОТКРЫВАЕТ НОВЫЙ МИР

Оказалось, что в квантовом мире всё происходит совсем не так, как мы привыкли в классической физике. Когда мы изучаем механику, то есть движение различных тел, то обычно говорим о скорости этих тел и об их координатах — положениях, которые эти тела занимают. Следуя законам Ньютона, можно предсказать, в какой точке и в какое время окажется тело, если нам известны его скорость и положение в данный момент. Вот так работают законы классической физики: зная начальные условия, мы можем предсказать, что произойдёт дальше.

род — сильный окислитель, то есть его неспаренные электроны готовы и хотят образовать связи.

Квантовый человек. Ну вот, мои друзья наверняка уже обзавелись связями на новых местах. Один я остался.

Сеанс 6

«Я знаю, надо выходить на улицу, искать новые контакты!»

Квантовый человек. Знаете, иногда я хочу запереться в подвале и сидеть там в темноте и одиночестве. Как будто я электрон в атоме, а сам атом в магнитной ловушке практически при абсолютном нуле. Знаете, как долго может такой атом быть в возбуждённом состоянии? Микросекунды. Для него это почти вечность. А всё потому, что его никто не трогает, никто не требует передать ему энергию. Но человек не может жить без тепла и света. Рано или поздно ты включаешь компьютер или телефон, и свет экрана заставляет перейти в какое-то другое состояние, обычно обратно в яму.

Психотерапевт. То есть абсолютная изоляция не выход, ведь энергия потратится в любом случае.

Квантовый человек. Да я знаю, надо выходить на улицу, искать новые контакты, кружки по интересам, новую работу... Это сложно.

Психотерапевт. Вы знаете, что в мёссбауэровской спектроскопии источник излучения двигают со скоростью всего лишь несколько сантиметров или даже миллиметров в секунду и этого достаточно для наблюдения резонанса?

Квантовый человек. Допустим. Но какое отношение это имеет ко мне? Там поглощается и испускается гамма-излучение. Я на радиотерапию не соглашался.

Психотерапевт. Мне кажется, вам это будет близко. Один атом испускает гамма-квант своим ядром, а другой атом в другом месте мог бы его поглотить, но не поглощает, так как живёт в ином окружении. И только если один из них начнёт двигаться — совсем чуть-чуть,

Мёссбауэровская спектроскопия — метод исследования физических и химических свойств твёрдых тел и вязких жидкостей. Радиоактивный образец медленно двигают, чтобы поймать резонанс с таким же атомом в исследуемом веществе, и тогда становится понятно, в каком состоянии находится атом в образце.

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ

В квантовом мире невозможно предсказать, что случится с частицей в следующий момент. Мы можем предсказать только вероятность того, в какой точке она окажется.

Квантовый мир, как говорят учёные, не детерминированный (не точный), а вероятностный.

Можно подумать, что учёные не могут что-либо точно предсказать в квантовом мире просто потому, что не умеют этого делать. На самом деле это не наше незнание, а свойство самой частицы: у неё нет определённого положения в пространстве и определённой скорости.

Чем лучше мы знаем положение частицы, тем хуже знаем её скорость, и наоборот: чем лучше знаем её скорость, тем хуже знаем местоположение. Вот такой интересный парадокс.



пару сантиметров в секунду — относительно другого, возможно поглощение. **Квантовый человек.** Только вот эффект Мёссбауэра наблюдается в твёрдых веществах при низкой температуре. В кристаллической решётке, где каждый атом находится в строго определённом месте. Предлагаете мне работу в офисе? **Психотерапевт.** Я предлагаю двигаться. Неважно куда, неважно зачем — просто двигаться. Вы умеете ездить на велосипеде? Есть работа (если уж вы про это), на которую очень легко устроиться, легко уйти, где надо много двигаться и где вы сможете побывать частью коллектива. Даже зарплату платят. Ещё куртку яркую дадут.

Сеанс 7

«Счастье в том, чтобы переходить с уровня на уровень»

Квантовый человек. Спасибо большое, доктор, я больше не нуждаюсь в ваших услугах.

Психотерапевт. А что случилось?

Квантовый человек. Я стал участником химической реакции. И теперь я часть молекулы. Я счастлив.

Психотерапевт. А что такое счастье, по-вашему?

Квантовый человек. Счастье в том, чтобы переходить с уровня на уровень. Без помощи рентгеновского аппарата или лазера. Счастье — жить в молекуле, чтобы рядом жили другие квантовые люди. Молекула — это дом, где есть широкие пересекающиеся этажи. На этажах электроны могут жить как по два, так и по одному. Но в итоге часто стремятся жить по два, свободные радикалы редко стабильны. Молекула — это место, где квантовые люди пересекаются друг с другом, а в некоторых кольцевых молекулах, как в бензоле, электроны и вовсе гуляют по всему кольцу.

Психотерапевт. Дайте угадаю: ваша жена вернулась?

Квантовый человек. Не могу точно сказать, она ли, но по волновой функции похожа.



Согласно принципу неопределённости Гейзенберга, произведение погрешности определения координаты Δx на погрешность определения импульса Δp всегда превышает величину $\hbar/4\pi$, где \hbar — константа Планка — фундаментальная константа квантовой физики.

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА ОТКРЫВАЕТ НОВЫЙ МИР

Квантовая механика — это самый сложный раздел физики. В мире не так много людей, которые по-настоящему понимают эту науку. Для того чтобы разобраться в ней, нужно обладать неплохим абстрактным мышлением. Если вы можете представить, что ваша ручка лежит на столе и одновременно её там нет или что машина едет со скоростью 60 км/ч и в тот же момент — со скоростью 100 км/ч, значит, и квантовую механику вы в состоянии осмыслить.

ЖИВЫЕ ДЕНЬГИ



Совместный проект
с Государственным Дарвиновским музеем

Монеты и денежные купюры — это не только про возможность купить что-то в магазине. Это ещё и про биологию. Летом 2025 года в Дарвиновском музее проходила выставка «Животный мир денег». В коллекции тысячи экспонатов. Директор музея Анна Клюкина призналась нам, что и сама привозит образцы из каждой заграничной командировки. Связь между миром финансов и миром природы уходит корнями в глубокую древность, когда привычных банкнот и монет в помине не было. Тогда в качестве денег использовали разнообразные природные объекты: слоновую кость, листья табака, какао-бобы и многое другое. Ещё на выставке можно было увидеть «валюту» прошлого — жемчужные раковины и минералы, — а также самые необычные деньги: камни раи с острова Яп (Микронезия), представлявшие собой каменные диски весом до 4 тонн. Тяжеловесные камни на выставке заменили макетами.

Впрочем, и сейчас в дизайне монет и купюр можно найти многих представителей живого мира. Часто изображения животных — редких и обычных, промысловых и экзотических, красивых и опасных — несут особый смысл: рассказывают об истории, культуре и экологии страны, напоминают о необходимости защиты и сохранения исчезающих видов. К примеру, балийские скворцы, галапагосская черепаха, австралийская коала, новозеландский киви и другие эндемики являются национальным символом своей страны и «лицом» её денежных знаков. А вот в Исландии монету в 1 крону украсил... треска. Рыбный промысел с древних времён был и остаётся важной частью исландской экономики и истории, треска стала символом неразрывной связи Исландии с морем.





Жертва своего рога



Страна:
Танзания (восточная часть Африки, чуть южнее экватора)



Эквивалент в рублях:
примерно 160 рублей



Животное:
чёрный носорог

На самом деле чёрный носорог (*Diceros bicornis*) не совсем чёрный, а скорее серый. Но он любит валяться в пыли, которая в местах его обитания очень тёмная. Аналогичная история с другим африканским видом – белым носорогом, который тоже не белый, а грязный (кстати, он изображён на купюрах ЮАР).

Когда-то в Африке чёрных носорогов было много, чуть ли не сотни тысяч. Но охотники массово истребляли этот вид из-за рога. В китайской медицине из него делали лекарство (якобы помогающее от всех болезней), в арабском мире – рукоятки для кинжалов (якобы важный атрибут богатства). К концу XX века чёрный носорог был на грани исчезновения, один из его подвидов истребили полностью.

Сейчас ситуация немного улучшилась. По данным Международного фонда носорогов, в Африке обитает примерно 6400 особей этого вида. Восстановить популяцию удалось благодаря борьбе с браконьерами и развитию заповедников. Особенно преуспела в этом Танзания, где охраняемые природные территории занимают почти треть страны.



Улитка, которой почти не осталось



Страна:
Сейшельские Острова



Эквивалент в рублях:
примерно 544 рубля



Животное:
альдабранская полосатая улитка

Сейшельские Острова – очень странное государство. Сотня с лишним кусочков суши, затерянных в Индийском океане в полутора тысячах километров восточнее Африки. Население меньше ста тысяч человек. Этнически там перемешаны все народы и расы: европейцы, негры, индийцы, китайцы, арабы. Политическая жизнь бурная: в конце XX века государственные перевороты случались чуть ли не ежегодно. Тем не менее это самое богатое государство Африки, если считать ВВП на душу населения. Всё благодаря туризму. На купюре изображена альдабранская полосатая улитка (*Rhachistia aldabrae*), обитающая только на Сейшелях. Их осталось очень мало – считалось даже, что из-за изменения климата этот вид полностью вымер. Но в 2014 году местным учёным всё-таки удалось найти несколько живых особей.



Деноминированный орлан



Страна:
Замбия (Южная Африка)



Эквивалент в рублях:
определить сложно — скорее всего,
меньше рубля



Животное:
орлан-крикун



Орлан-крикун (*Icthyophaga vocifer*) — птица семейства ястребиных. Суровый хищник, питается в первую очередь рыбой, но для разнообразия может включить в свой рацион фламинго, аиста или даже небольшого крокодила. Название получил из-за характера издаваемых звуков. Редакция «КШ» прослушала несколько треков с его криками и испытала акустические страдания — это нечто среднее между пением, лаем и воем. Однако в Замбии орлана-крикуну очень любят и высоко ценят: он изображен и на флаге, и на гербе, и на большинстве денежных купюр и монет. Основная денежная единица Замбии — квача, что означает «свобода» на одном из местных диалектов. Сейчас 1 квача — это примерно 3,5 рубля. Но представленная купюра в 50 квач была выпущена в 2008 году, когда в стране бушевала инфляция. В 2013-м власти были вынуждены провести деноминацию, уменьшив номинал в тысячу раз. То есть 50 квач превратились в 0,05. Сейчас в ходу новые купюры, на которых, впрочем, тоже изображен орлан-крикун.



С любовью к монстру



Страна:
Коста-Рика (Центральная Америка)



Эквивалент в рублях:
примерно 320 рублей



Животное:
тупорылая акула



Имя у этого существа, конечно, не самое приятное: тупорылая. Альтернативный вариант тоже brutalnyy — акула-бык или бычья акула. Только латинское название слегка нежнее — *Carcharhinus leucas*.

В реальной жизни эта рыба действительно сурова. Длина крупной особи — 3,5 метра, масса — 400 килограмм. Считается, что тупорылая акула — одна из самых опасных для человека, поскольку она довольно агрессивная, к тому же может плавать на мелководье и даже заплывает в реки. Как правило, именно этот вид фигурирует в кровавых фильмах и романах про акул, пожирающих людей. Но реальные случаи нападения тупорылых акул на человека относительно редки: единицы в год. Зато люди без жалости вылавливают этих рыб ради еды или просто из спортивного интереса.

Носороги расправляют крылья



Страна:

Малайзия (Юго-Восточная Азия)



Эквивалент в рублях:

примерно 95 рублей



Животное:

малайский калао

На малайзийской купюре в 5 ринггитов изображены представители птиц-носорогов – семейства, чей ареал охватывает Африку, Индию и Юго-Восточную Азию. Название они получили из-за своеобразного народа над клювом. Учёные спорят, для чего эта штука нужна: то ли для привлечения самок, то ли для усиления криков, то ли для поддержки здоровенного клюва. Что касается малайского калао (*Buceros rhinoceros*), то он обитает на Малайском полуострове, островах Суматре, Яве и Борнео. Особенно любят его в малайзийском штате Саравак, где считают символом непорочности и духовной чистоты. Вы, наверное, обратили внимание, что буквы на купюрах напоминают арабские. Но посмотрим на карту – где Малайзия, а где арабские страны, между ними тысячи километров. И языки совсем непохожие. Дело в том, что к XV веку территория нынешней Малайзии оказалась под влиянием мусульман, ислам стал основной религией. Сейчас в стране используется в основном латиница, но для религиозных нужд применяют алфавит джави, созданный на основе арабского. Попал он и на купюры.



Аист, уступивший голубю



Страна:

Узбекистан (Средняя Азия)



Эквивалент в рублях:

примерно 316 рублей



Животное:

белый аист

На этой узбекской купюре два вида птиц. Во-первых, это белые аисты. Те самые, которых можно встретить и в России, и Западной Европе, и много где ещё. Скорее всего, изображён подвид туркестанский белый аист (*Ciconia ciconia asiatica*). В отличие от своих европейских собратьев, он не улетает зимовать, а живёт постоянно в Средней Азии. Второе пернатое существо можно увидеть в центре герба Узбекистана. Это волшебная птица хуму из иранской и среднеазиатской мифологии, что-то вроде птицы счастья или феникса. Из реальных птиц она больше всего напоминает бородатого грифа (*Gypaetus barbatus*).

Но на современных узбекских деньгах аистов уже нет. В 2021 году были выпущены новые банкноты, и теперь 50000 сум украшает голубь – символ мира. Он изображён с помощью технологии Spark Live, обеспечивающей защиту от подделок. Можно предположить, что имелся в виду *Columba eversmanni* – азиатский вид семейства голубиных. Защиту узбекских купюр обеспечивает ещё одно живое существо: на водяных знаках изображён верблюд, бредущий через пустыню.

Нежный пингвин



Страна:
Новая Зеландия



Эквивалент в рублях:
примерно 240 рублей



Животное:
желтоглазый пингвин



Почему-то пингвины ассоциируются у нас строго с Антарктидой. Но ареал этого семейства гораздо шире. Желтоглазый пингвин (*Megadyptes antipodes*) живёт в южной части Новой Зеландии и на небольших островах к югу от неё. Другое название этого вида – великолепный пингвин (он действительно симпатичный). Ещё один вариант – антиподов пингвин. Его рост достигает 70 сантиметров, а продолжительность жизни – 20 лет.

Существо очень нежное, в неволе размножается плохо, поэтому его редко можно встретить в зоопарках. Сейчас вид находится под угрозой исчезновения. Желтоглазым пингвинам угрожает и изменение климата, и завезённые европейцами животные, и рыболовные сети, и эпидемии, и загрязнение моря.



Привет от Чарлза Дарвина



Страна:
Эквадор (Южная Америка)



Эквивалент в рублях:
примерно 16 рублей



Животное:
галапагосский нелетающий баклан, галапагосский пингвин, гигантская черепаха



На купюре в 5000 сукре разместились сразу три вида животных, обитающих на Галапагосских островах, которые принадлежат Эквадору. Каждое из них уникально. Здешний пингвин (*Spheniscus mendiculus*) отличается от собратьев тем, что живёт не в антарктической зоне, а возле экватора. Изображённый на купюре баклан – единственный в семействе, кто утратил способность к полёту. Гигантская черепаха (она же слоновая, она же галапагосская, она же *Chelonoidis niger*) – тоже эндемик этих островов. Она может весить больше 400 килограмм и жить больше 100 лет.

Животные Галапагосов знамениты ещё и тем, что их изучение вдохновило Чарлза Дарвина на создание теории эволюции. Он был здесь осенью 1835 года и записал в дневнике: «Естественная история этих островов в высшей степени интересна и вполне заслуживает внимания. Большинство органических произведений – созданияaborигенные, нигде в других местах не встречающиеся; даже между обитателями отдельных островов существует разница».

Пролить свет на тёмные фотоны

Наука ещё на шаг подошла к разгадке тайны тёмной материи



■ ГРИГОРИЙ ТАРАСЕВИЧ ■ ГЕОРГИЙ МУРЫШКИН

Возможно, где-то во Вселенной существует совершенно иной, непохожий на наш мир. В нём работают другие законы физики, взаимодействуют другие частицы. Группа российских учёных вместе с коллегами из других стран приблизилась к обнаружению загадочной частицы — тёмного фотона. Он может оказаться посредником между нашим миром и скрытым сектором Вселенной. Эксперимент под названием NA64 проводился на одном из ускорителей CERN. Если проект увенчается успехом, это станет настоящей революцией в физике, да и вообще в наших представлениях о мире.

Загадочная масса

Мир устроен очень несправедливо. Понятная нам материя составляет примерно 5% Вселенной. Всё остальное — нечто странное и тёмное. В 20–30-х годах XX века учёные заметили, что в некоторых галактиках происходит злостное нарушение законов небесной механики. Например, швейцарско-американский астроном Фриц Цвикки в 1933 году измерил радиальные скорости восьми галактик в созвездии Волосы Вероники. Расчёты показали: видимого вещества там в десятки раз меньше, чем нужно, чтобы сила тяготения удерживала галактики вместе. Значит, есть что-то другое, невидимое, но воздействующее своей массой. Так появился термин «тёмная материя».

Неожиданный результат можно было списать на погрешность измерения или ошибку в формулах. Но дальнейшие исследования ещё больше убедили учёных: в космосе есть нечто загадочное, тяжёлое, недоступное наблюдению. И в очень больших количествах.

Другое доказательство существования тёмной материи было получено благодаря методу гравитационной линзы. Такие массивные объекты, как галактики и их скопления, искривляют лучи света, исходящего от звёзд, находящихся за ними,— спасибо Альберту Эйнштейну за теорию относительности. Но гравитации видимых космических тел не хватает, чтобы свет искривлялся так, как это показывают наблюдения.

Ещё один аргумент — открытие огромного количества раскалённого газа в скоплениях галактик. Расчёты показали, что масса обычной материи слишком мала, чтобы этот газ удерживать,— он должен был давно улететь в космическую пустоту. Но ведь не улетает!

Следовательно, во Вселенной есть некая субстанция, которая проявляет огромную массу, но ускользает от любых других наблюдений. Эта материя не излучает ни видимый свет, ни другие волны. Не вступает во взаимодействие с обычным веществом. Её нельзя увидеть, пощупать, понюхать или хотя бы засунуть в ускоритель.

«Несмотря на свою невидимость и неосязаемость, тёмная материя играла ключевую роль в формировании структуры Вселенной. Тёмную материю можно сравнить с недооценёнными рядовыми членами общества. Хотя они и не видны вершителям судеб, без армии работников, строящих пирамиды, прокладывающих автомагистрали, собирающих электронную аппаратуру,

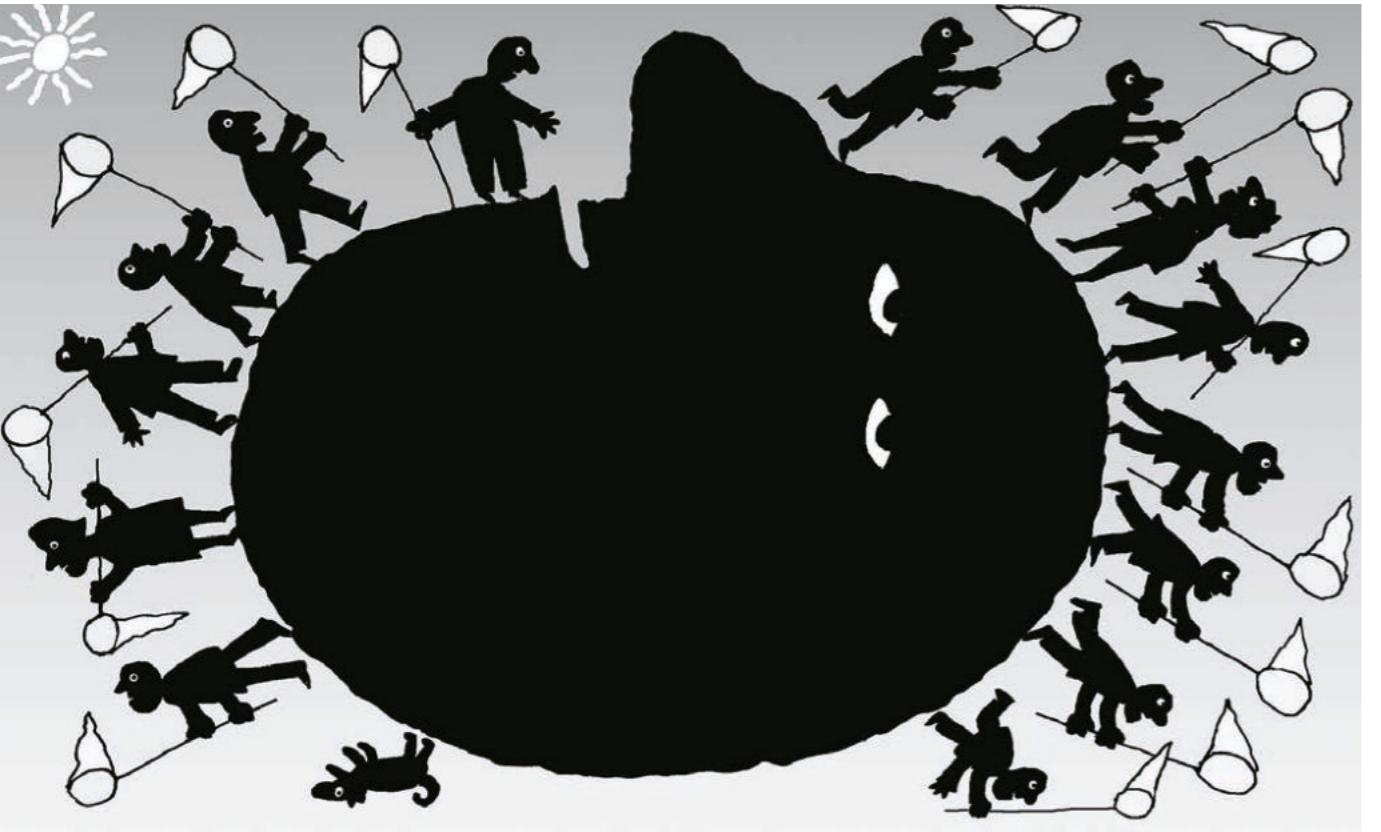


ФОТО: WIKIPEDIA/COMMONS

невозможно развитие цивилизации. Как и другие незаметные группы людей в нашем обществе, тёмная материя принципиально важна для нашего мира», — пишет физик-теоретик **Лиза Рэндалл** в книге «Тёмная материя и динозавры», которая в этом году вышла на русском в издательстве «Альпина нон-фикшн».

Я бы чуть развел эту метафору. Представьте, что вы дизайнер, живущий в Москве, эдакий креативный интеллигент в пятом поколении. А где-то в Сибири существует рабочий нефтяной скважины. Вы не вступаете с ним в привычные формы взаимодействия: не ходите в гости, не общаетесь в социальных сетях, не сидите до утра за чашкой чая. Но вы живёте в одной стране и опосредованно ощущаете друг друга. Например, благодаря добытой нефти государственный бюджет становится массивным и воздействует на дизайнера. Эту метафору я придумал специально, чтобы не путать физикой трепетных гуманитариев. Она будет появляться и дальше — физики и крепкие духом лирики могут пропускать.

А книгу Лизы Рэндалл советую прочитать всем.

Зазеркальная Вселенная

Известная нам часть мира уже давно разложена по полочкам Стандартной физической модели: кварки здесь, электроны там, электромагнитное взаимодействие сбоку и так далее. До недавнего времени были неясности с одной клеткой — бозоном Хиггса. Впрочем, и с ним разобрались. Но, повторяю, это лишь одна двадцатая Вселенной. Тёмной материи во много раз больше, а толком про неё ничего не известно.

Лиза Рэндалл согласилась дать интервью «КШ». Читайте его в конце этой статьи.



Сергей Гниненко — ведущий научный сотрудник Института ядерных исследований РАН, входит в сотню самых цитируемых в мире российских физиков. Один из руководителей эксперимента по поиску тёмных фотонов, проводимых в CERN.

— Несмотря на интенсивные поиски на Большом адронном коллайдере, в космических и подземных лабораториях, мы по-прежнему крайне мало знаем о происхождении, составе и динамике тёмной материи. Известно лишь, что она движется относительно медленно, является «холодной» и взаимодействует с нами гравитационно. Отсутствие прогресса в этом вопросе изменило представление о тёмной материи. Появились расширенные версии Стандартной модели, которые предполагают, что тёмная материя является частью так называемого скрытого сектора. Он, как и Вселенная, состоит из семейства частиц и сил, но обнаружить его не удается, потому и «скрытый», — рассказывает физик **Сергей Гниненко**.

Откуда взялась тёмная материя? До конца не известно. Возможно, она появилась в момент Большого взрыва одновременно с привычным нам веществом. Может, случилось нечто, именуемое физиками «дефектом пространства», и одна часть мира оказалась практически не связана с другой, хотя обе находятся в одних и тех же галактиках.

— Или, например, случился другой Большой взрыв, породивший скрытый сектор, — добавляет Гниненко.

Есть десятки гипотез, объясняющих, что представляет собой тёмная материя: неизвестные элементарные частицы, скопления особых видов нейтрино, привет из пятого измерения...

Одну из первых теорий предложили в 1966 году советские физики **Кобзарёв**, **Окунь** и **Померанчук** (между собой физики называют её КОП — по именам создателей). В то время на Западе мало интересовалась тёмной материи, это сейчас она стала чуть ли не проблемой номер один.

Авторов явно вдохновлял Льюис Кэрролл с его «Алисой в Зазеркалье». В аннотации к знаменитой статье, опубликованной в журнале «Ядерная физика», они писали: «...обсуждается возможность существования наряду с обычными частицами (L) "зеркальных" частиц (R), введение которых восстанавливает эквивалентность левого и правого. Показано, что "зеркальные" частицы не могут взаимодействовать с обычными ни сильно, ни полусильно, ни электромагнитно... Обсуждается вопрос о существовании макроскопических тел (звезд) из R-вещества и возможность их обнаружения».

Фактически речь идёт о возможности параллельной Вселенной. И тут мне хочется вернуться к метафоре с дизайнером и нефтяником. Даже очень креативный москвич не станет отрицать

существование сибирского работяги и его вклад в валовый продукт страны. Но вряд ли он готов допустить, что у столь далёкого в социальном отношении типажа есть сложный внутренний мир: сомнения, тоска, вдохновение, любовь, мечты. Неизвестное часто кажется более простым, чем оно есть на самом деле.

Да, есть гипотезы, что тёмная материя состоит всего из одного вида частиц, которые способны лишь обеспечивать массу, не более того. Достаточно добавить одну клеточку к Стандартной модели, и проблема будет решена. Но есть другие теории, согласно которым тёмный мир может быть устроен очень сложно.

Гораздо позже, в 2007 году, Лев Окунь писал в журнале «Успехи физических наук»: «Скрытый зеркальный сектор должен иметь свои собственные сильные, слабые и электромагнитные взаимодействия. А это означало, что невидимые зеркальные частицы, подобно обычным, должны образовывать зеркальные атомы, молекулы, невидимые звёзды, планеты и даже зеркальную жизнь. Более того, этот невидимый зеркальный мир может существовать с нашим миром в одном и том же пространстве. Помню, как Игорь Кобзарёв и я в выходной день шли по подмосковному лесу (от станции Фирсановка на ленинградском направлении к станции Нахабино на рижском направлении). И вдруг я очень ярко "увидел", как через поляну по невидимым рельсам идёт невидимый и неслышимый поезд».

Правда, автор тут же признаётся, что такой «зеркальный» поезд невозможен: скрытая материя вступила бы в гравитационное взаимодействие с нашей, и это было бы заметно. Но она может существовать поблизости.

По последним расчётам в Солнечной системе больше трёхсот квадрилионов тонн тёмной материи. Относительно масс планет это ничтожно мало. Но что, если это нечто сложное и организованное — космический корабль, исследовательский зонд, живое существо? Дальше можно пофантазировать о тёмных человечках, которые сидят под лампами с тёмным светом и тщетно пытаются вывести формулу, объясняющую существование Земли и Солнца, которые очевидно противоречат законам тёмной физики...

А что? Тёмной материи во много раз больше, чем видимой. Мы пока не знаем, какая физика благоприятнее для возникновения жизни и интеллекта, — наша или та, что в скрытом секторе. Будем считать, что шансы равны, а значит, вероятность существования «тёмного разума» в пять раз больше, чем «обычных» инопланетян.

Надежда на случайное столкновение

Можно долго строить теории и изучать процессы в далёком космосе. Но главным доказательством в физике всё-таки является контролируемый эксперимент. И есть вероятность, что тёмную материю удастся поймать в земных условиях. Снова метафора. Московский дизайнер, конечно, может прочитать в деловом журнале статью о добыче нефти.



Исаак Померанчук (1913–1966) — физик-теоретик. Участвовал в создании советских ядерных реакторов. Сделал много открытых в области физики элементарных частиц. Дважды лауреат Сталинской премии. В его честь названа гипотетическая частица — по-мерон.



Но, допустим, он приехал в командировку в Сургут. Существует ненулевая вероятность, что на улице дизайнер столкнётся с рабочим-нефтяником, они познакомятся, пойдут пить кофе и говорить о смысле жизни. Согласитесь, таким образом можно получить гораздо больше информации друг о друге. А если это произойдёт, москвич наверняка напишет об этом заметку в фейсбуке или выложит фотографию в инстаграме. И тогда его креативные друзья узнают много нового о сибирских рабочих.

Вернёмся к физике.

Один из кандидатов на роль элемента тёмной материи — так называемый **вимп** (от WIMP, Weakly Interacting Massive Particle). Эти гипотетические частицы могут обладать массой в десятки раз большей, чем у протона. Предполагается, что они летают и в окрестностях Земли. Поймать их сложно: тёмное вещество с нашим взаимодействует весьма неохотно. Расчёт на то, что, если столь крупная частица ударится о ядро обычной материи, это можно будет заметить.

В мире есть несколько детекторов, которые пытаются зафиксировать частицы тёмной материи. Например, установка PICASSO в Канаде. Чувствительное вещество — фторуглерод (C_4F_{10}) — находится в состоянии перегретой жидкости (когда температура превысила точку кипения). Малейшее внешнее воздействие, и капелька превратится в пар. Ожидается, что если частица тёмной материи попадёт в атом фтора, то вокруг жидкость начнёт переходить в газ — произойдёт микроскопический взрыв, звук которого можно будет уловить специальным сенсором.

Мне как-то довелось побывать в лаборатории новосибирского Института ядерной физики им. Г.И. Будкера, где тоже разрабатывают установку для поимки тёмной материи. Основная часть прибора напоминает здоровенную металлическую бочку, в которую закачивают сжиженный инертный газ: ксенон и аргон. Если частица тёмной материи ударится о ядро молекулы газа, это удастся зафиксировать.

Важно очень точно откалибровать установку и изолировать её от остальных частиц — иначе невозможно будет понять, тёмная материя это или что-то другое. Разместить детектор планируют в итальянской Национальной лаборатории Гран-Сассо, расположенной внутри горы Аквила. От внешнего мира лабораторию отделяют почти полтора километра горных пород, что практически полностью исключает попадание посторонних частиц.

«Невидимый распад невидимой частицы»

СТАНОВКИ, о которых я рассказывал в предыдущей главке, предназначены для поиска в первую очередь вимпов — массивных частиц, не склонных вступать в какое-либо взаимодействие, кроме гравитационного.

Но ведь есть гипотеза, что тёмная материя не так уж проста и её отношения с нашим миром куда разнообразнее. Допустим, метафорические дизайнер с рабочим уже встретились и познакомились. Но представьте, что дизайнер — прекрасная девушка, а нефтяник — брутальный мужчина, и между ними возникло чувство.

Любовь, отношения, брак, дети, внуки... Два мира могут смешаться.

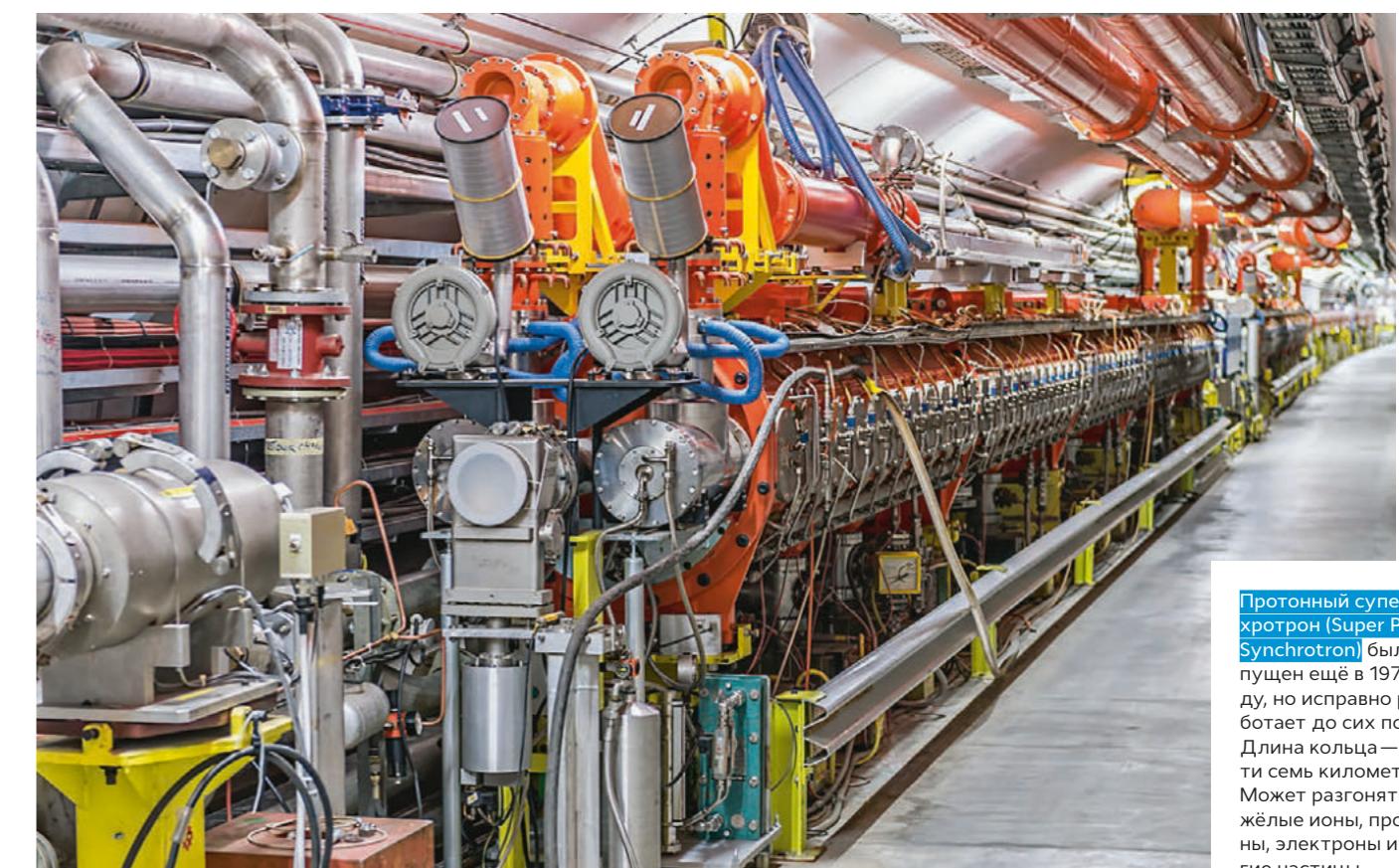
— У теоретиков были основания полагать, что тёмная материя обнаруживает своё присутствие не только посредством гравитационной силы. В частности, гипотеза о лёгкой тёмной частице, иногда возникающей в электромагнитных процессах, была выдвинута в начале 80-х Львом Окунем. В последнее время в связи с «закрытием» Стандартной модели интерес к подобным экзотическим частицам значительно возрос, — поясняет Ренат Дусаев, учёный из Томска. Он один из участников эксперимента по поиску частицы под названием **тёмный фотон**.

Этот термин предложили в 2008 году американские астрофизики Лотти Акерман, Мэттью Бакли, Шон Кэрролл и Марк Камионковски. «Представим, что есть совершенно новый вид фотонов, который соединён с тёмной, а не с обычной материи. Таким образом, могут быть тёмные электрические поля, тёмные магнитные поля, тёмное излучение и так далее», — писали они. На всякий случай напомню, что такое фотон обычный. Это — элементарная частица, квант света или какого-то другого электромагнитного излучения. Именно он вызывал в школе когнитивный диссонанс: «Как же это так — одновременно и частица, и волна?» Получить фотон очень легко: достаточно включить лампочку, и комната наполнится фотонами. Или позвонить по телефону. И радиосигнал, и свет, и рентгеновские лучи, и много чего ещё переносится с помощью этой частицы. У неё нет массы, нет заряда, зато есть энергия, благодаря которой происходит большинство процессов вокруг.

Кто участвует в эксперименте NA64

CERN (Европейская организация по ядерным исследованиям)
Институт ядерных исследований РАН (Москва)
Институт физики высоких энергий (Протвино)
Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН (Москва)
Объединённый институт ядерных исследований (Дубна)
НИИ ядерной физики им. Д.В. Скobelцына МГУ (Москва)
Группа учёных из Томска
Университет Бонна (Германия)
Университет Патр (Греция)
Технический университет Федерико Санта-Мария (Чили)
Институт физики частиц (Швейцария)

— По аналогии с нашим электромагнетизмом, для которого безмассовый фотон является переносчиком сил между заряженными частицами, может также существовать и тёмный электромагнетизм, переносимый массивным скрытым, или тёмным, фотоном. На мой взгляд, «скрытый фотон» звучит лучше, чем «тёмный»: меньше путаницы, — объясняет Сергей Гниненко. В отличие от обычного фотона, тёмный может обладать массой. Какой именно, пока сказать нельзя. Предполагается также, что он может распадаться на другие частицы. И главное, есть вероятность, что тёмный фотон способен взаимодействовать с частицами обычной материи. Назревает сенсация. Она может произойти в рамках эксперимента с не слишком романтичным названием **NA64**.



Протонный суперсинхротрон (Super Proton Synchrotron) был запущен ещё в 1976 году, но исправно работает до сих пор. Длина кольца — почти семь километров. Может разгонять тяжёлые ионы, протоны, электроны и другие частицы.

Электронвольт (эВ). Ядерные физики предпочитают измерять массу частиц через энергию — сно- спасибо Эйнштейну за $E = mc^2$. Так, масса электрона равна примерно 0,5 МэВ (миллиона электрон- вольт), протона — 0,9 ГэВ (то есть почти миллиард эВ), а у нейтрино меньше 0,28 эВ.

лен ускоритель SPS. — Если масса тёмного фотона небольшая — от одного до тысяч **электронвольт** или даже меньше, то могут возникать осцилляции между нашим фотоном и тёмным, аналогичные осцилляциям нейтрино. При массе, скажем, больше 1 МэВ он может распадаться на обычные частицы, например электрон-позитронные пары. Такие распады можно зарегистрировать. Есть, конечно, вероятность, что тёмный фотон предпочитает распадаться на «свои» частицы из скрытого сектора, которые как раз и являются основой тёмной материи. И тут возникает нетривиальная задача — экспериментально обнаружить невидимый распад невидимой частицы. Звучит дико, но это так, — признаёт Гниненко.

— Астрофизики хорошо умеют задавать загадки и размечать границы, а разбираясь в тонкостях придётся, скорее всего, на ускорителях. Идея NA64 при всей её элегантной простоте не нова, однако, как и в случае с открытием, сделанным интерферометрами LIGO, лишь с недавнего времени технологии позволяют ставить столь точные эксперименты. CERN для этого, конечно, одно из лучших мест. Мы полагаем, что тёмный фотон — это короткоживущая массивная частица, которая может распадаться на другие гипотетические частицы. И не исключено, что эти вторичные частицы проявляют себя во взаимодействии с обычной материйей. Обнаружение таких событий тоже входит в программу нашего исследования, — рассказывает Ренат Дусаев.

В основе эксперимента лежит закон сохранения энергии:

— Если скрытые фотоны существуют, они могли бы рождались в реакции рассеяния электронов высокой энергии в активной мишени полного поглощения. А происходило бы это благодаря квантовому эффекту смешивания с обычным фотоном тормозного излучения, испускаемого электронами в поле ядра. Так как тёмные фотоны очень слабо взаимодействуют с обычным веществом, они проникали бы через мишень и уносили из детектора существенную часть энергии пучка. Указанием на существование тёмных фотонов стало бы обнаружение событий с большой, более 50%, недостающей энергией. Такие события крайне редки. Их доля составляет меньше 1:10000000000 на одно стандартное взаимодействие электрона в мишени, — объясняет Сергей Гниненко.

Грубо говоря, если из закрытой системы часть энергии исчезает, значит, её похитил именно тёмный фотон.

— Это называется beam-dump — герметичный экспери-

мент. Первоначальный пучок частиц вбрасывается в установку, где происходит поглощение всей энергии, фиксируемой детектором. Образование тёмных частиц оставляет довольно специфический след, по которому и можно определить, что мы столкнулись с физикой за пределами Стандартной модели, — заключает Ренат Дусаев.

Эксперимент NA64 проходит в несколько этапов. Первый завершился этой весной.

— Фактически мы только начали поиски тёмного фотона и других кандидатов на роль элементов тёмной материи, — уточняет Сергей Гниненко. Полученные результаты позволили исключить массы частицы, при которых тёмный фотон искать не следу-



Из чего состоит мир

Доля во Вселенной	Что это такое
4–5,5 %	Обычное вещество. Всё, что можно увидеть, пощупать или обнаружить с помощью телескопа: от журнала «Кот Шрёдингера» до самых далёких звёзд. Большая часть этого вещества приходится на межзвёздный газ, сами звёзды составляют менее 10%, ну а на планеты и нас с вами остаются тысячные доли процента
0,3–3 %	Нейтрино. Очень лёгкие частицы, практически не вступающие во взаимодействие с обычным веществом. В каком-то смысле их можно назвать «полутёмной материйей»
22–27 %	Тёмная материя. Про неё в тексте сказано достаточно
65–75 %	Тёмная энергия. А про неё не сказано ничего. Это гипотетический вид энергии, введённый в математическую модель Вселенной, чтобы объяснить её расширение. В отличие от тёмной материи, она равномерно разыта по космосу. Тут речь идёт только о формулах — не об экспериментах

ФОТО: NASA/ESA/HUBBLE

ет. Зона поиска сузилась примерно на 25%. Это не- плохо.

Следующая стадия эксперимента начнётся в сентябре. Российские учёные планируют поработать в CERN пять недель — больше пока не получается: ускоритель загружен другими проектами. Впрочем, сейчас ведутся переговоры, и если они увенчаются успехом, искать тёмную материю будут в режиме нон-стоп — круглого-дично.

Это не единственный эксперимент такого рода — в мире проводится несколько аналогичных. Например, есть международный проект BaBar, в котором участвуют около четырёхсот физиков из разных стран, включая Россию. Эксперименты по поиску тёмных фотонов проходят на базе Национальной ускорительной лаборатории SLAC (США).

— Но у нас отличный шанс найти тёмный фотон первыми, — уверен Ренат Дусаев.

«Тёмный интернет, тёмные города, тёмные источники энергии...»

Поиски тёмных фотонов чем-то напоминают историю с нейтрино. Разговоры о некой недостающей частице шли с начала XX века. Термин «нейтрино» появился в 1930-х (в переводе с итальянского означает «нейтрончик»). А экспериментально зафиксировать частицу удалось лишь в середине века. Это было, конечно, большим событием. Но оно не идёт ни в какое сравнение с потенциальным обнаружением тёмных фотонов. Во-первых, нейтрино не выходит за рамки Стандартной модели и относится всё к тем же

5 % наблюдаемой материи. Во-вторых, они крайне не- охотно вступают во взаимодействие — только и делают, что летают: каждую секунду через нас проходят миллиарды нейтрино. Ничего серьёзного из этих беспечно-аутичных частиц получиться не может по определению.

То ли дело тёмный фотон, который служит переносчи- ком некоего взаимодействия... Это путь в совершенно иной мир, сложный и завораживающий.

— Открытие нового взаимодействия между нашей и тёмной материйей станет революцией в физике. Среди открытию радиоволн. Появится возможность связи со скрытой Вселенной. Добавьте сюда тёмный интернет, тёмные города, тёмные источники энергии, — подводит итог Сергей Гниненко.

«Мне нравится название этой частицы. Есть в этом прекрасная парадокальность. Фотон — это же квант света. А тут он тёмный. Получается оксюморон, вроде «горячего холода» или «живого трупа». Пока о тёмных фотонах мало кто слышал — эта публикация чуть ли не первая в российской прессе. Но я уверен: с таким названием частица быстро станет популярной.»



МНЕМОТЕХНИКИ: ПРОВЕРЯЕМ НА СЕБЕ И НА ЛЕТНЕШКОЛЬНИЦАХ

Как обычной женщине заинтересовать голубоглазого симпатичного фантазёра?



Мнемотехники — это специальные приемы, позволяющие запоминать информацию. Талантливые люди, хорошо освоившие на практике эти приемы запоминания, выступают на сцене, показывая чудеса памяти — «фотографически» запоминают объекты или последовательности цифр и слов невероятной длины. Говорят, царь и полководец Кир знал поименно всех солдат своей многотысячной армии, а шахматист Александр Алехин как-то провел одновременно 32 партии, не глядя на доски.

Такому, наверное, может научиться не каждый. Но мнемотехники могут помочь каждому — запоминать имена, иностранные слова, даты дней рождения, адреса и географические названия...

Некоторые мнемотехники известны с древности. Об одной из них рассказывает Цицерон в сочинении «Об ораторе» — он пишет об умении запоминать как о важной составляющей риторики, ораторского искусства. Цицерон рассказывает историю про поэта Симонида, который исполнял на пиру лирическую поэму в честь хозяина, а когда вышел, в пиршественном зале обвалилась кровля, и все гости погибли под обломками. Симониду пришлось опознавать тела погибших — он смог это сделать, потому что запомнил, кто где сидел за пиршественным столом. Так Симонид понял, что для запоминания главное — это упорядочить материал. Цицерон назвал эту мнемотехнику «метод мест» и сам любил её использовать. Чтобы запомнить содержание своего будущего выступления, он представлял его в виде ярких необычных образов и размещал эти образы последовательно в хорошо знакомом месте (например, на пути от Колизея к Форуму) — а потом мысленно обходил их, вспоминаяставленные там образы и связанные с ними смыслы.

Некоторые мнемотехники известны каждому — например, мы обычно запоминаем последовательность

цветов в спектре радуги с помощью мнемонической фразы «Каждый охотник желает знать, где сидит фазан» — в ней первая буква каждого слова шифрует название цвета, от красного до фиолетового.

А число Пи запоминают с помощью фразы «Это я знаю и помню прекрасно». Как она связана с числом 3,14159? Подумайте:)

Таким способом можно зашифровывать любые бессмысленные последовательности, — например, список покупок в магазине. «Хлеб, молоко, сахар, сметана» превращаем в «Хрюша может спать спокойно».

Другая мнемотехника отлично помогает в запоминании имен. Когда человек называет вам свое имя, мысленно свяжите его с известным тезкой. Например, кто-то представляется: «Саша», — а вы мысленно добавьте «Пушкин» (можно с сарказмом) и найдите

Для запоминания последовательности цветов спектра и радуги есть и другие мнемонические фразы, вот некоторые из них (хотя, может, вы придумаете и ещё получше):

- Как обычной женщине заинтересовать голубоглазого симпатичного фантазёра?
- Кварток окружают жаркий занавес глюнов, создающих флюиды.
- Каждый оформитель желает знать, где скакать фотошоп.
- Крот овце, жирафу, зайке голубые сшил фуфайки.



у Саши что-то общее с Пушкиным (у каждого есть с ним что-то общее). Увидите, имя запомнится! Помимо упорядочивания материала, в умении запоминать очень важна способность всё ярко представить. Ведь особенно хорошо запоминаются разные необычные, смешные или нелепые образы. На этом основана мнемотехника, помогающая запоминать иностранные слова. Надо подобрать к новому слову какое-нибудь похожее по звучанию русское слово и связать их в красивой мысленной картинке или мультике. Например, чтобы запомнить английское слово «memory» — «память» — я представляю его как два русских «мемори». А дальше связываю эту картинку с памятью — например, представляю, что память в моей голове состоит из картинок-мемов, и каждая орет, желая так обратить на себя внимание, чтобы я её вспомнил. Цифры тоже можно запоминать, превращая их в картинки (например, двойку — в лебедя) и соединяя их в воображаемый мультик, лучше всего шокирующего содержания. Чтобы что-то запомнить, превратите это в мультик и добавьте шок-контента! Некоторые особенно изощренные мнемотехники мы испытали на летнешкольницах. Приводим их отчеты:



Вика Тарасенко

Метод Айвазовского.
Мнемотехника, которая
меня порадовала

С детства у меня проблемы с запоминанием визуальной информации, поэтому я решила использовать метод Айвазовского — нужно смотреть на предмет в течение трех-пяти секунд и постараться запомнить все детали. Затем нужно закрыть глаза и мысленно представить объект во всех подробностях. Можно задавать себе вопросы о деталях образа. После этого следует на одну секунду открыть глаза, посмотреть на объект и дополнить образ. Страйтесь создать яркое и четкое изображение, зажмурив глаза. Я пользуюсь этой мнемотехникой около трех месяцев и могу сказать, что она дает результат, особенно в запоминании лиц.

Настя Агапитова

Майнд-карты. Мнемотехника,
которая меня вдохновила

Эта мнемотехника помогает упорядочить информацию, — всё будто раскладывается по полочкам. Мне проще и быстрее воспринимать информацию с помощью майнд-карт, чем линейный текст. Чтобы составить майнд-карту, нужно в центре листа написать основную тему или идею. От нее стрелочками рисуем ветки первого уровня, связанные с главной идеей и подтемы. От этих веток пойдут ветки второго уровня, конкретизирующие каждый пункт. Я использую майнд-карты в конспектах и в планировании, с их помощью можно составлять краткое содержание книг. У этого способа есть и минусы — из-за того, что он основан на ассоциациях, которые меняются со временем, если периодически не перечитывать майнд-карту, она забудется и станет просто непонятным набором слов. Я использовала этот способ для того, чтобы выучить биологию, и всё вроде бы запоминалось. Но я мало повторяла, сейчас мне сложно восстановить по карте материал.

Численно-буквенный код (ЧБК). Мнемотехника, которая меня огорчила

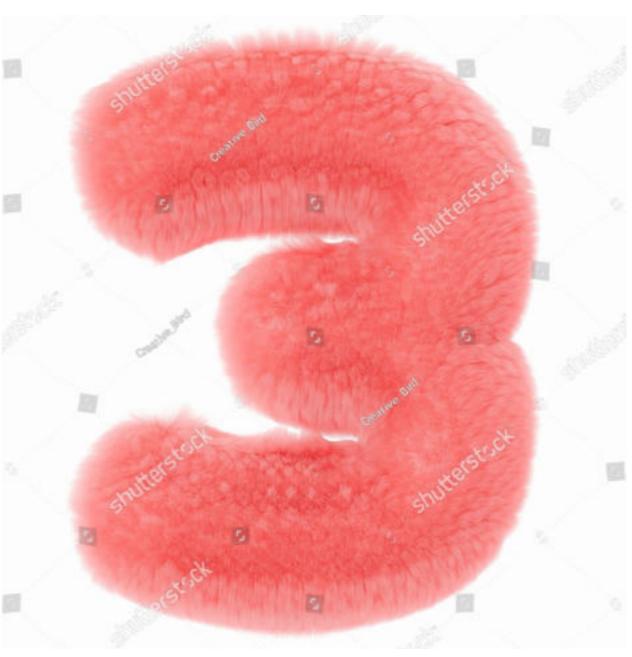
Мне трудно запоминать числа и даты, поэтому решила попробовать ЧБК. Этот метод позволяет зашифровывать числа в образы. Для него мы заранее придумываем код — присваиваем каждой цифре (в числе,



Арина Иванова

Ассоциации. Мнемотехника,
которая меня удивила

Учить стихотворения с помощью ассоциаций для меня не в новинку. Я часто запоминаю большой объем текста, разбивая его на части и представляя двигающуюся картинку — как фильм. Мнемотехника примерно в этом и состоит — надо подбирать к каждому слову или словосочетанию ассоциации, а потом представлять перед собой абсурдные картины. Например: «Уж (змея) сколько раз (калькулятор) твердили (молоток бьет по дереву) миру (планета Земля...)» Надо представить ужа, который сидит в лесу, считает на калькуляторе, хвостом держит молоток и бьет им по планете Земля. Представлять слова надо именно в таком порядке, чтобы соблюдать их очередность. Запоминать текст с помощью этой мнемотехники получается очень легко! К тому же так человек тренирует не только свою память, но еще и воображение. Оказывается, запоминать стихи может быть даже интересно!



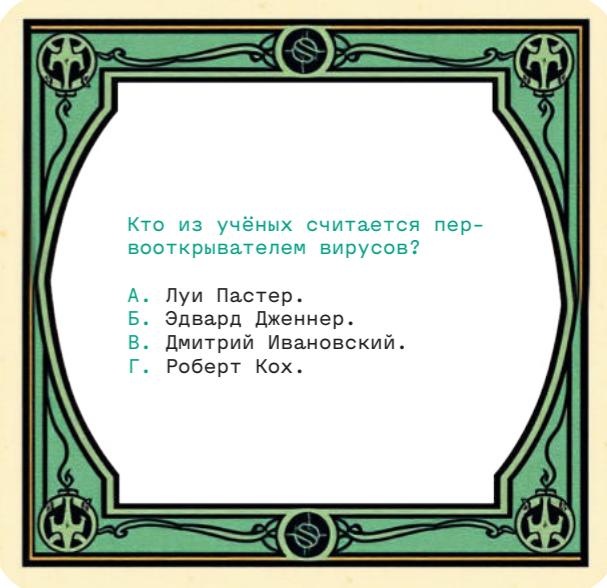
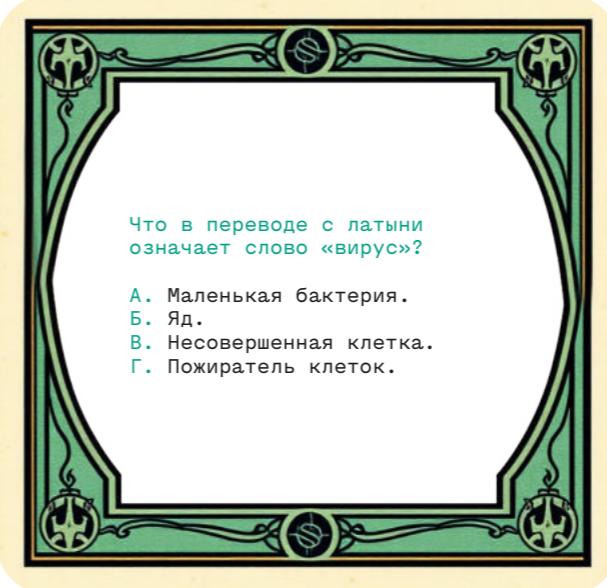
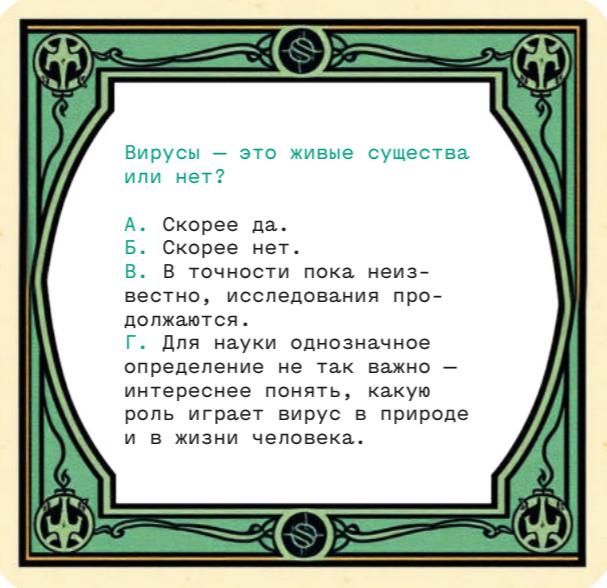
ВИРУСНЫЙ КВИЗ ОТ ПРОФЕССОРА МГУ

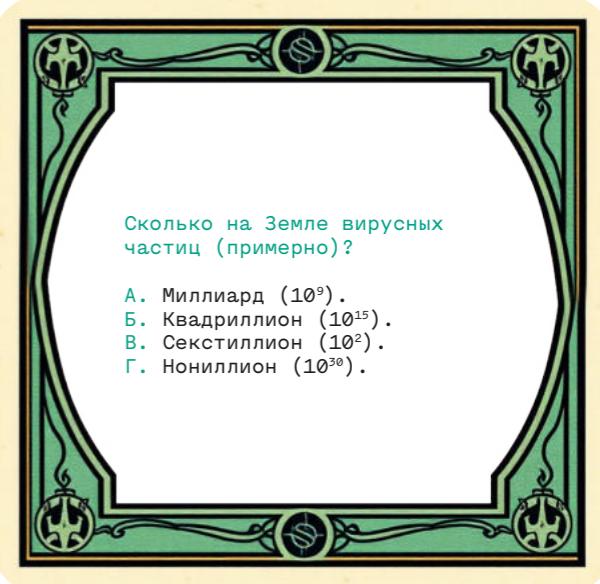
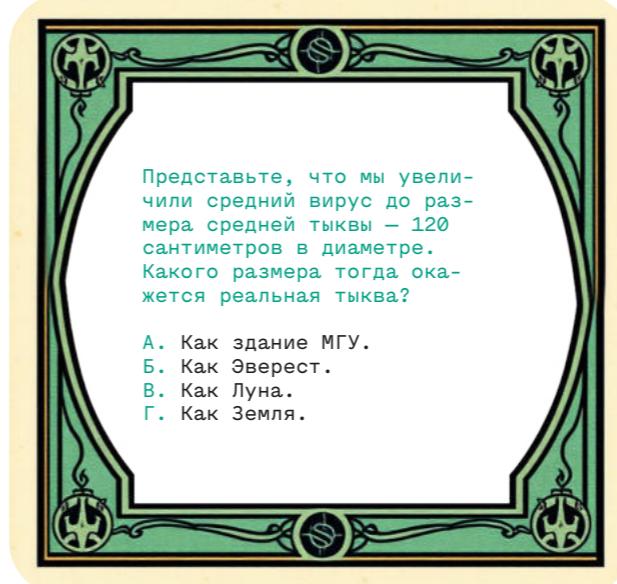
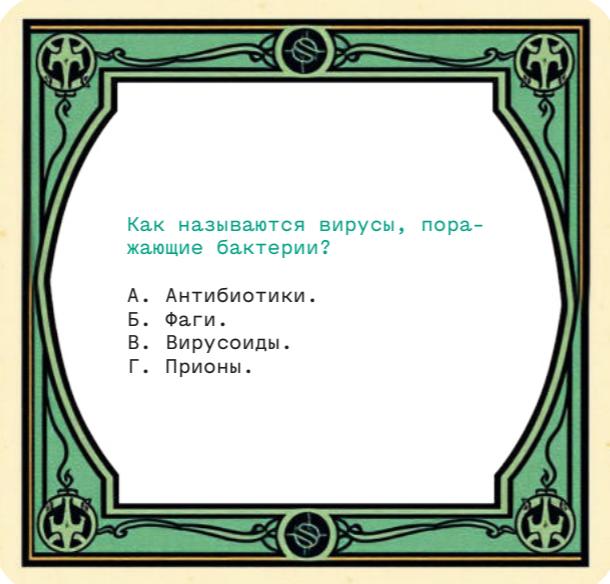
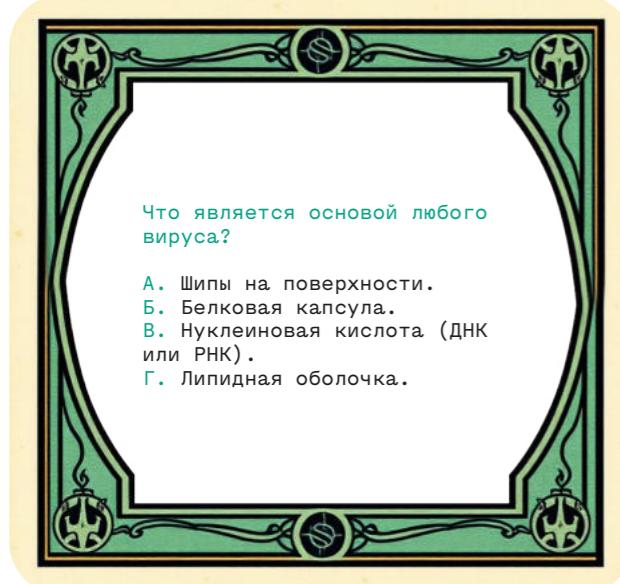
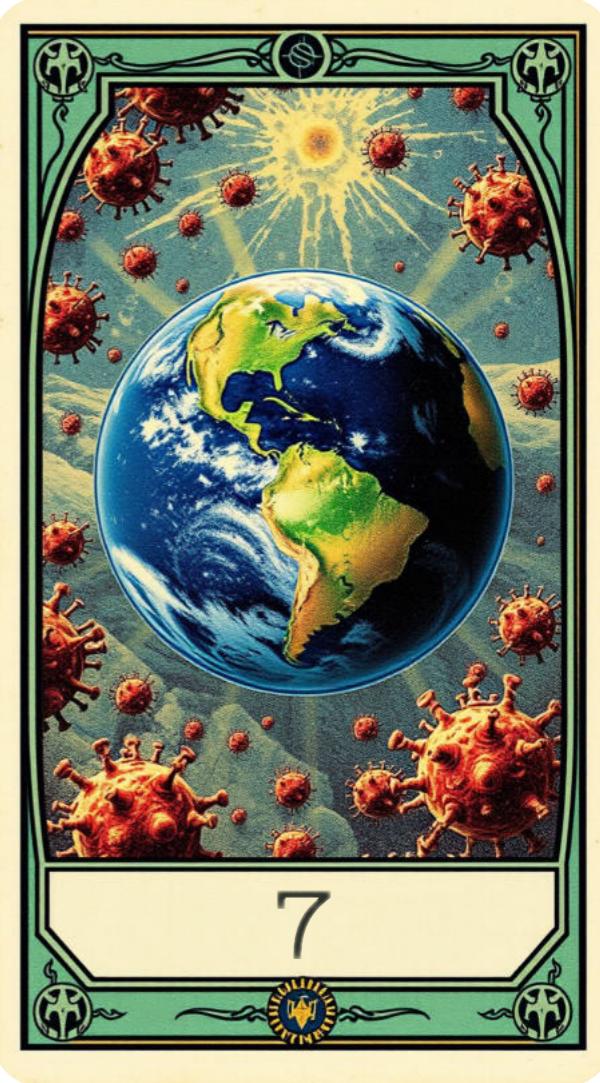
Вы боитесь вирусов? Правильно! Они могут вызывать самые разные недуги, от банального гриппа до неизлечимого бешенства. Поэтому надо делать прививки, мыть руки и всё такое. Но вирусы — это не только про болезни, это ещё и про очень интересную науку. Вот вам тест, который составил **Николай Никитин**, доктор биологических наук, профессор кафедры вирусологии биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

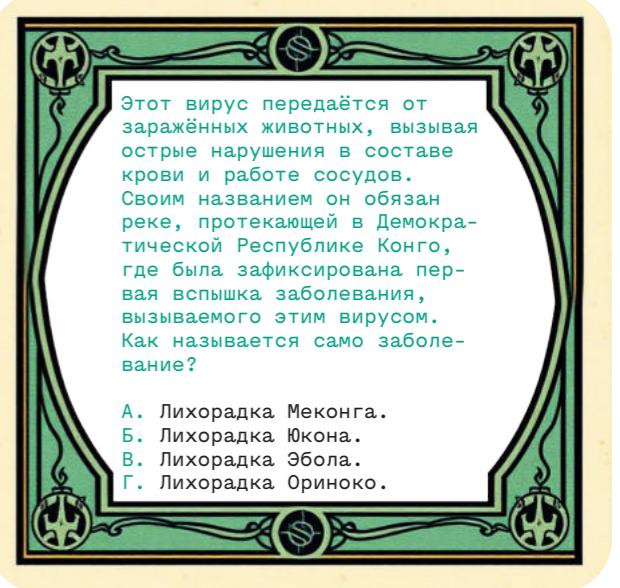
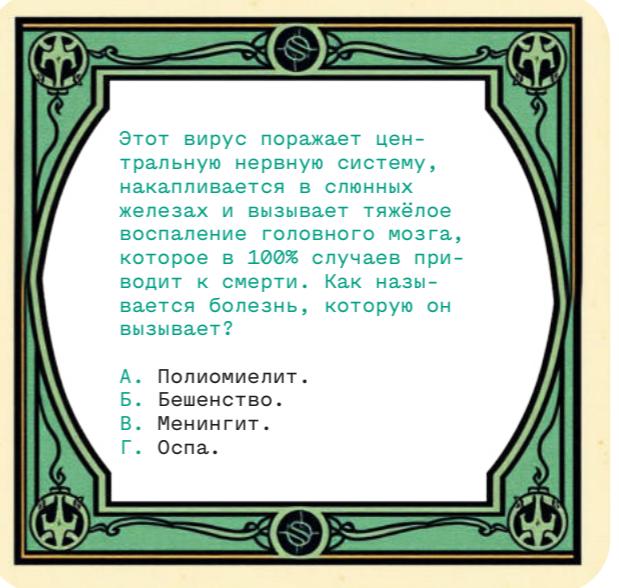
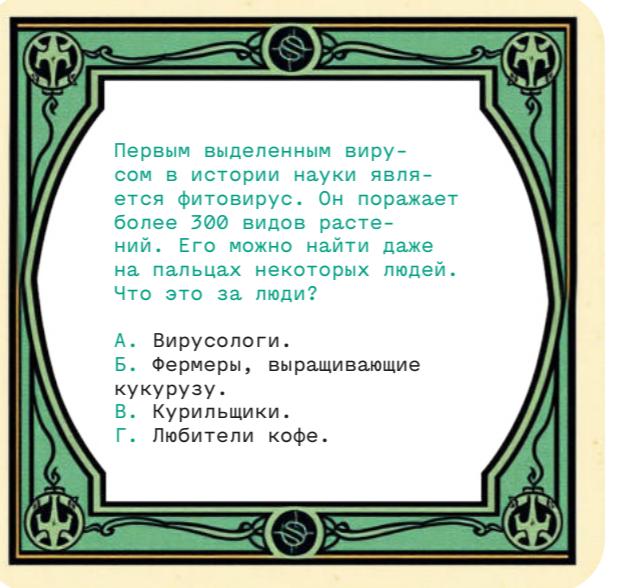
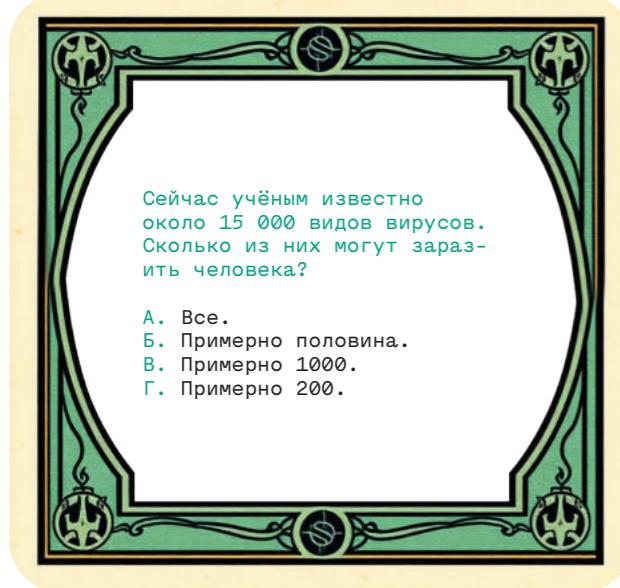
«Вирусы помогают учёным создавать лекарства», — сообщает пресс-служба МГУ. Научные группы под руководством профессора Николая Никитина на биологическом факультете и профессора Игоря Яминского — на физическом изучили, как меняется структура вирусов растений под воздействием тепла. Были получены белковые наноструктуры сферической формы и заданного размера, на основе которых можно будет создавать новые вакцины, иммуностимуляторы и средства адресной доставки препаратов. «Очень важно, что созданные нами структурно модифицированные частицы вирусов растений абсолютно безвредны как для человека, так и животных», — поясняет Николай Никитин. Работа выполнена в рамках Междисциплинарной научно-образовательной школы МГУ «Молекулярные технологии живых систем и синтетическая биология».

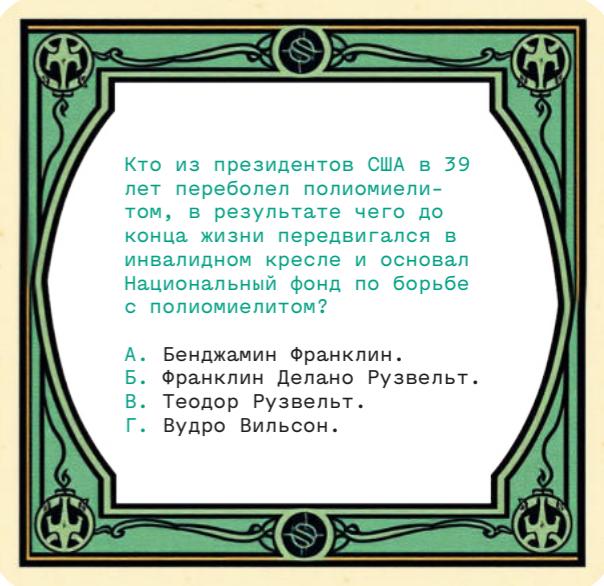
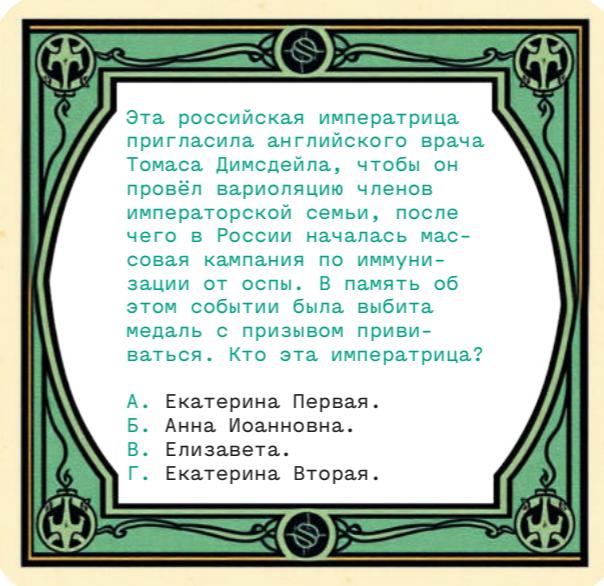
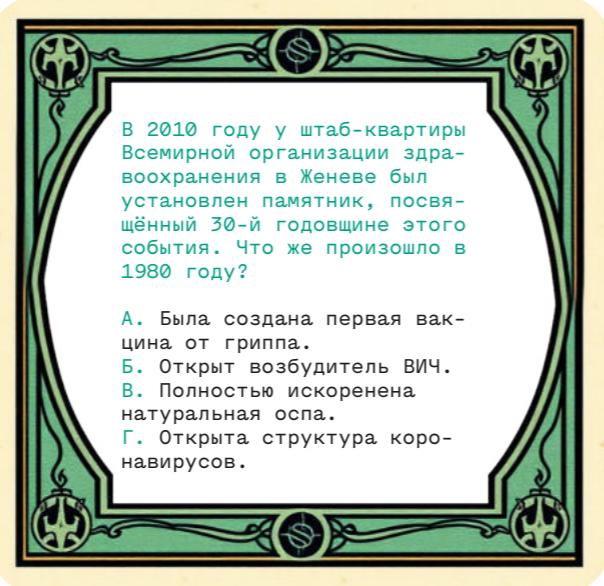
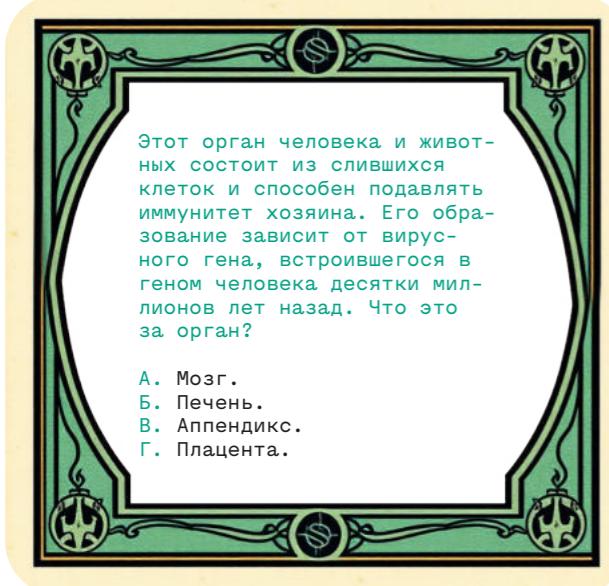
Вирусы могут быть самый разной формы. Вирус бешенства, например, напоминает пулю, а бактериофаги смахивают на роботов с ножками. Но нейросеть, которая генерировала иллюстрации к этому материалу, считает, что типичный вирус похож на возбудителя то ли ковида, то ли ВИЧ.

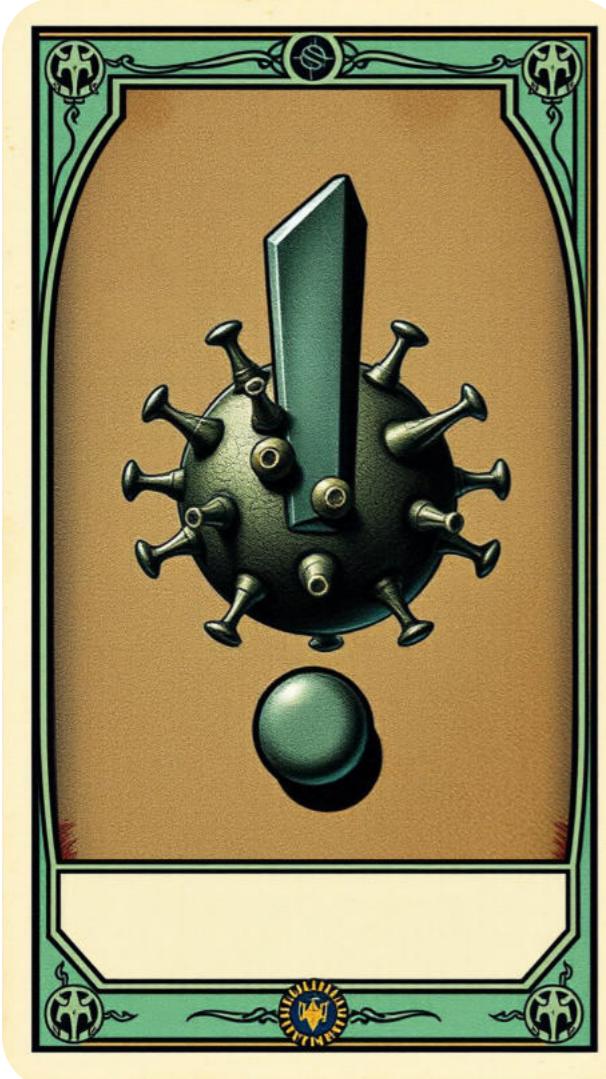












Ответы

Вопрос 1. Живой ли вирус?

Правильный ответ: Г

Учёных нет однозначного ответа, можно ли считать вирус живым существом. С одной стороны, в вирусах есть ДНК или РНК, они способны размножаться и эволюционировать. Но при этом они не могут жить без клетки-хозяина, им обязательно нужно кого-то заразить – животное, растение или бактерию. Но так ли важен ярлык «живое» / «не живое», когда речь идёт о таком интересном объекте, как вирус?!

Вопрос 2. Откуда взялось слово

Правильный ответ: Б

Слово «вирус» произошло от латинского *virus* – «яд». Этот термин начали активно использовать ещё в XVIII веке, когда о природе вирусов было мало что известно, но с ними уже связывали инфекционные заболевания.

Вопрос 3. Кто открыл

Правильный ответ: В

Здесь есть повод для здорового патриотизма. Первым обнаружил вирусы российский учёный Дмитрий Ивановский. В 1892 году он опубликовал статью «О двух болезнях табака. Табачная пепелица. Мозаичная болезнь». Фактически в ней было впервые описано выделение вирусов. Хотя само это слово в работе не упоминалось – речь шла о неких мельчайших микроорганизмах, которые проходят даже через очень тонкие фильтры, не пропускающие бактерии (их ещё называют фильтрами Шамберлана – в честь французского микробиолога, ученика и коллеги Луи Пастера).

Вопрос 4. Что лежит в основе

Правильный ответ: В

В любом вирусе должна присутствовать нуклеиновая кислота: ДНК или РНК. Это геном вируса, в котором закодирована вся необходимая для размножения информация о белках и ферментах. Если сравнивать вирус с письмом в конверте, то ДНК или РНК – это текст письма, который раскрывает и читает заражённая вирусом клетка-хозяин.

Вопрос 5. Кто поражает бактерии

Правильный ответ: Б

Есть вирусы, которые заражают не животных или растения, а бактерии. Чаще их называют не просто «фаги», а «бактериофаги», но если бы предложили такой вариант, правильный ответ был бы очевиден 😊. Фаги доказывают, что вирусы способны не только вредить нам, но и приносить пользу. С их помощью можно лечить бактериальные инфекции, в том числе те, возбудители которых уже приобрели устойчивость к антибиотикам.

Вопрос 6. Размеры вируса и тыквы

Правильный ответ: Г

Диаметр Земли составляет примерно 12 000 километров (на самом деле 12 742 километра, но нам важна не точность, а порядок величин). Теперь представим тыкву размером 120 сантиметров в поперечнике (бывают тыквы покрупнее, но это тоже не принципиально). Она меньше Земли в 10 миллионов раз. А размер некоторых вирусов составляет 120 нанометров. Производим нехитрые вычисления, и получается, что вирусы меньше тыквы во столько же раз, во сколько тыква меньше Земли.

Вопрос 7. Сколько их в природе

Правильный ответ: Г

По примерным оценкам, на Земле 1030 вирусных частиц. Это в миллион раз больше, чем звёзд во Вселенной. Удивлены, сомневаетесь? Тогда вот вам ещё одно число: в одном грамме почвы содержится порядка миллиарда, то есть 109, вирусов.

Вопрос 8. Кому нужен человек

Правильный ответ: Г

Науке известно около 15 000 видов вирусов. Но каждый из них ориентирован на своих «хозяев» – группы животных, растений, бактерий. Человека заражают всего 219 видов вирусов.

Вопрос 9. Вирус на пальцах

Правильный ответ: В

Вопрос № 3 вам в помощь. Дмитрий Ивановский работал с вирусом табачной мозаики, который поражает листья табака. Его можно найти на пальцах любого курильщика. При этом человека он заразить не может и для здоровья не опасен. Только не говорите об этом тем, кто курит! Пусть вирус станет дополнительным аргументом в пользу отказа от вредной привычки 😊.

Вопрос 10. Неизлечимый вирус, поражающий мозг

Правильный ответ: Б

Речь идёт о вирусе бешенства. Он до сих пор смертелен и до сих пор неизлечим. Но есть хорошая новость: у этой инфекции очень длинный инкубационный период, и прививка помогает, даже если сделать её после того, как человек заразился. Есть и плохая новость. Вирус передают не только злобные собаки и лисы, но и ёжики. Поэтому будьте аккуратнее с этими милыми существами.

Вопрос 11. Вирус из Конго

Правильный ответ: В

Правильно ответить на этот вопрос помогает знание географии. По территории Демократической Республики Конго протекает река Эбола. Все остальные реки, в честь которых были якобы названы вирусы и вызываемые ими заболевания (они, кстати, вымышленные), находятся не в Африке, а на других континентах.

Вопрос 12. Орган из вирусных белков

Правильный ответ: Г

Да-да, наличию плаценты мы обязаны вирусам. Вообще говоря, эмбрион для материнского организма – это нечто чужеродное, с чем иммунитет должен бороться. Но плод защищён плацентой, в которой содержатся белки синцитин-1 и синцитин-2. А появились они там потому, что в геном наших предков встроились ретровирусы. Это произошло 25 и 40 млн лет назад соответственно. Благодаря этим белкам иммунная система матери спокойно воспринимает плаценту и даёт выносить плод.

Вопрос 13. Памятник победе

Правильный ответ: В

В 1980 году мир избавился от натуральной оспы. Несколько тысячелетий это вирусное заболевание уносило жизни миллионов человек. Но благодаря вакцинации оспу удалось победить. В честь этого события в 2010 году возле здания Всемирной организации здравоохранения в Швейцарии был установлен памятник: девочка, рядом с которой мама и папа, подставляет плечо врачу для прививки. На размещённых вокруг плитах на шести официальных языках ВОЗ сообщается, что победа над вирусом стала возможна благодаря совместной работе всех стран.

Вопрос 14. Императрица-вакцинатор

Правильный ответ: Г

В 1768 году императрица Екатерина II пригласила из Лондона врача Томаса Димсдейла, чтобы он сделал прививку от натуральной оспы ей и другим членам семьи. Первой, кстати, привилась сама императрица. По этому случаю была изготовлена медаль с изображением Екатерины II и подписью «Собою подала пример».

Вопрос 15. Президент в инвалидном кресле

Правильный ответ: Б

В начале XX века вакцины от вируса полиомиелита не было. И одной из жертв этой болезни стал будущий президент США Франклин Делано Рузвельт – он был полностью парализован ниже пояса. Впрочем, есть версия, что это был не полиомиелит, а синдром Гийена – Барре, аутоиммунная реакция организма на некоторые вирусные и бактериальные инфекции, при которой иммунная система поражает собственные клетки человека.

Подписывайтесь на «КТА»!



«Кот Шрёдингера» – один из лучших научно-популярных журналов страны, планеты, Солнечной системы, да что там – Галактики! По крайней мере, нам так кажется. Если вы согласны, подписывайтесь на «Кота».

Всё самое интересное впереди!



НАУЧНАЯ ЕЛКА

для детей и взрослых

- Зрелищные эксперименты
- Интерактив с детьми
- Научные подарки
- Море впечатлений!

декабрь
январь
2025/26



при поддержке
НАУКА О+

Готовься удивляться!



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МГУ 270
1755 2025

30 лет
Российской Академии Наук

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ФЕСТИВАЛЬ
НАУКА О+

• 22
31
декада
науки и технологий

OPEN SCIENCE WEEK

BRICS SCIENCE +

АССОЦИАЦИЯ ОРГАНИЗАТОРОВ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ



POPULAR.
FESTIVALNAUKI.RU

ЕСТЬ ИДЕЯ?
ДАЙТЕ ЕЙ СТАРТ!