

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЕ ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЕ ИЗДАНИЕ

№ 1 (20-21)  
ИЮНЬ-ИЮЛЬ  
2016

Сделано в России



# КОТ ШРЁДИНГЕРА ЛЕПЕСТКИ «РАДИОАСТРОНА»

САМЫЙ  
НАУЧНЫЙ  
ПОСЁЛОК  
В МИРЕ

СПАСУТ  
ЛИ НАС  
РОБОТЫ?

ПРАВДА ОБ  
ОРЕХАХ,  
ЧАШКАХ И  
РУБАШКАХ

ЕСТЬ ЛИ ЖИЗНЬ  
НА НЕЙТРОННЫХ  
ЗВЁЗДАХ?

12+



# Россия у чёрной дыры

«Радиоастрон» — невероятный космический проект. И он наш, российский. Желающие могут смело считать его предметом национальной гордости. Выглядит это так: в космосе летает антенна, а на Земле вместе с ней работают десятки крупнейших радиотелескопов в России, Германии, Италии, США, Японии, Нидерландах, Китае. Система позволяет изучать космос с самым высоким угловым разрешением за всю историю астрономии.



**ВХОД**

## ПРОЕКТ «РАДИОАСТРОН»

Россия у чёрной дыры

## РЕПОРТАЖ ИЗ НАУЧНОГО ПОСЁЛКА БОРОК

Как в судьбе одного института РАН отразилась вся история современной России

## ДИКТАТУРА БУДУЩЕГО

## ХАКНУТЬ МОЗГ

Мы погружаемся в глубокие нейронные сети

## КУДА КАТИТСЯ МИР

Траектории глобального будущего в виде простых графиков

## ТЕХНОЛОГИИ

## АВАТАР И ПУЧЕГЛАЗ

Как роботы помогают людям



**ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ**

## АСТРОФИЗИК СЕРГЕЙ ПОПОВ

Что можно увидеть на поверхности нейтронной звезды



**НОМО SAPIENS**

## БЫТОВАЯ СЕМАНТИКА

Лингвисты прощают нас за орехи, кружки и рубашки



**ГЕРОИ**

## НАУЧНЫЙ СВИДЕТЕЛЬ

Как придумали теорию хаоса и почему путешествовать во времени стало модно только столетие назад



**ВЫХОД**

## СВОИМИ РУКАМИ

Магнитная жидкость из тонера, хлорного железа и купороса

## ПРЕПРИНТ

Привычные и немислимые числа

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ КУХНЯ С ЕЛЕНОЙ КЛЕЩЕНКО

Те же яйца

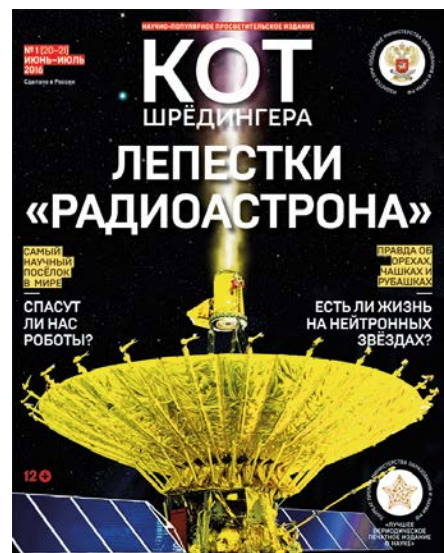


Фото на обложке: А. Захаров/ИКИ дизайн

» НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЕ ПРОСВЕТИТЕЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ «

# КОТ ШРЁДИНГЕРА

Журнал «Кот Шрёдингера»  
№1 (20–21) июнь–июль 2016 г.

Издается при поддержке  
Министерства образования и науки РФ

## Учредитель и издатель

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

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

## Издатель

ООО «Дирекция Фестиваля науки»

## Редакция

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

Главный редактор:

Григорий (Витальевич) Тарасевич  
Заместитель главного редактора:

Алексей Торгашёв

Редакторы: Евгения Береснева,  
Андрей Константинов, Алёна Лесняк,  
Светлана Скарлош, Светлана  
Соколова

Главный художник: Глеб Капустин  
Дизайнер: Аня Нмези

Фотослужба: Марина Гордеева

Вёрстка: Влад Груненок

Обработка изображений:

Василий Попов

Литературный редактор:

Мария Кисовская

Администрация: Антон Будников

Автор макета: Kahina Susurro

В работе над журналом принимали участие:  
Артём Акшинцев, Лина Алексюнайте,  
Александр Баулин, Илья Бер,  
Евгения Береснева, Виталий Васянович,  
Дина Голубева, Ирина Гребенченко,  
Анастасия Журба, Фёдор Киташов,  
Елена Клещенко, Владимир Королёв,  
Георгий Махатадзе, Екатерина Митрофанова,  
Алексей Паевский, Пётр Перевезенцев,  
Анна Титова, Полина Шурыгина,  
Алия Ямалиева.

Перепечатка материалов невозможна  
без письменного разрешения редакции.

При цитировании ссылка на журнал  
«Кот Шрёдингера» обязательна.

Подписано в печать 15 июля 2016 г.

Вся информация была проверена  
и осмыслена перед сдачей номера. Однако  
Вселенная быстро меняется, и редакция  
принимает свои извинения за возможные  
неточности.

Мнение авторов не всегда совпадает  
с мнением редакции.

© ООО «Дирекция Фестиваля науки», 2016

Мяу, друзья!

Случилось небывалое: редакторы журнала имени меня пригласили меня же на мероприятие под названием «открытая планёрка». С любопытством, свойственным нам, котам, посетил. Были журналисты, полагающие себя маститыми, были юные дарования, а также небольшое (но существенное) число молодых учёных. Отраднo, что это действие состоялось в подвале, где на столах разложены выдержки из статей Эйнштейна и моего друга Эрвина. Место это именуется антикафе, но я не намерен сейчас обсуждать сущность подобного понятия и рассуждать о вероятности аннигиляции кафе и антикафе.

Собравшиеся спросили меня, почему в журнале так мало о проблемах? Почему так сладко? Аргументация молодых учёных серьёзна: и в системе науки, и во взаимоотношениях с обществом и государством, и внутри исследовательских коллективов есть множество противоречий, без описания которых научно-популярному изданию перестают верить. «Мы ведь знаем, как на самом деле!» — восклицают они.

Я погрузился в размышления.

С одной стороны, пытливые молодые умы верно нашли. С другой — как отражать текущие проблемы в регулярном издании? Допустим, составят уважаемые редакторы перечень зарплат в конкретном институте от самых младших научных сотрудников (и даже аспирантов) до руководителей. Разве это интереснее, нежели рассказать о свойствах квантового кота? Или, например, некоторые горячие головы предлагали внедриться в какую-нибудь лабораторию и затем описать изнутри её работу. Будет ли польза от та-

кого опуса? Сомневаюсь, сомневаюсь, друзья мои. Как Кот, знающий об учёных людях не понаслышке, сообщу прямо с коленей оных: те же люди. В лабораториях есть свои бездельники, свои мрачные гении, свои склочники, и иногда они даже совершают неблагоприятные поступки. А есть и множество тех, кто честно работает. Уважающий науку кот не будет подпольно внедряться, а дожждётся мемуаров участников великих открытий.

С третьей стороны, моё широкое образование позволяет без труда вспомнить опыт журнала Nature, который находит время и силы не только для вечного, но и для повседневного. И я посоветовал редакторам брать пример с этого беспримерного журнала. Они прислушались и уже в текущем номере рассказали много историй из жизни учёных. Рад, что сумели, пусть и не обладая моим чувством прекрасного.

Мораль сегодня такая: делайте науку в любых обстоятельствах! Обстоятельства минут, а наука останется. Галилей отречётся, а Солнечная система — вот она. Формулы и графики, карты и таблицы, нолики и единички нам, котам и людям, важнее драм жизни. И я не вижу в этом печали.

Просто работайте, друзья мои!  
Мяу.



# Табуретка

Три или четыре? **Метафора или мебель?**  
Женский или мужской?



**К**оридор университета. Студенты с разных факультетов толпятся в ожидании лекции нобелевского лауреата. Но лауреат попал в пробку и опаздывает. Ожидающие устали, а в коридоре всего одна табуретка. Посоветовавшись, решили так: сидеть по очереди, причём тот, кто сидит, рассказывает свою историю о табуретке. Как только история заканчивается, место занимает следующий сказитель.

1

— Давайте я начну, — говорит **студентка-этнолог**, присаживаясь на табуретку. — В Африке всегда было трепетное отношение к табуреткам: ашанти, народность в Гане, даже поместили её на свой флаг. Дада, выглядит это так: три горизонтальные полосы — жёлтая, чёрная и зелёная. А в центре — золотая табуретка! Это трон правителя ашанти, до сих пор считающийся символом власти и независимости. В начале XX века эта царственная табуретка стала причиной войны с англичанами, желавшими забрать её себе. Конфликт закончился тем, что государство Ашанти потеряло независимость. Ладно, пора уступить место.

2

— Ничего удивительного в истории с флагом нет. Табуретка использовалась как трон с незапамятных времён, — поправляет очки **студентка-историк**. — Это с египетских фараонов пошло. Считается, что во вре-

мена Первой династии — примерно в 3100–2800 годах до нашей эры — фараоны восседали именно на табуретках, но уже при Второй династии появились спинки, и трон стал больше похож на стул. Кажется, это всё... Передаю слово и табуретку вон тому юноше: уверена, он расскажет что-то очень интересное.

3

— Ой... А что я могу сказать о табуретках? Я вообще-то совсем другими вопросами занимаюсь, — обречённо произносит **студент-физик**. — Но раз уж сел, то попробую. Что общего может быть у маятника Фуко, табуретки и суточного вращения Земли? Ничего? Ответ неправильный. Берём табуретку и переворачиваем её вверх ногами. На концы ножек по диагонали кладём какую-нибудь рейку, посередине подвешиваем на нити небольшой груз, например гайку или гирьку. И заставляем этот груз качаться так, чтобы плоскость колебаний проходила между ножками. Теперь медленно и печально поворачиваем табуретку

вокруг её вертикальной оси. Видно, что груз качается уже в другой плоскости. Похожий опыт проделал Жан Фуко в 1851 году. Только нить у него была длиной 67 метров, груз — 28 килограммов, и плоскость колебаний маятника изменялась не из-за табуретки, а из-за суточного вращения Земли. Но в остальном то же самое. Кто следующий?

4

— Мне давно не даёт покоя вопрос... В советское время были распространены трёхногие табуретки. Сейчас почти всегда у них четыре опоры. Это странно, ведь три точки всегда можно расположить в одной плоскости. Даже если трёхногая табуретка стоит на неровной поверхности или ножки у неё не совсем одинаковые, она не будет качаться. Про нынешние, с четырьмя ножками, такого не скажешь. Вот смотрите... — начинает рассказываться **первый студент-математик**.

5

— Я на эту тему школьную задачу вспомнил, — сменяет коллегу **второй студент-математик**. — В комнате стоят табуретка и стулья. У каждой табуретки три ноги, у каждого стула четыре. Когда

на всех стульях и табуретках сидят люди, в комнате 39 ног. Сколько в комнате табуреток и сколько стульев? Кто правильно ответит, тому место уступлю.

6

— Четыре стула и три табуретки! Но я хотел бы продолжить разговор о количестве ножек, — смотрит себе под ноги **студент-архитектор**. — Был в Финляндии такой архитектор Алвар Аалто. Он у них жутко знаменитый, в честь него даже университет назвали. Так вот, в 1933 году он придумал «табурет № 60». Вроде бы очень простой — к круглому сиденью крепятся ножки в форме буквы «Г». Но, во-первых, никто раньше не использовал гнутую фанеру. А, во-вторых, конструкция была настолько прочной и изящной, что её стала использовать «ИКЕА» — эта табуретка называется «Фрост», и её можно обнаружить чуть ли не в половине московских квартир. Единственное отличие: у произведения Аалто было три ножки, а у «ИКЕИ» — четыре.

7

— Вернёмся к теме символической табуретки, — начинает рассказ **студентка-психолог**. — Есть, например, «табуретка ценно-



стей» из четырёх элементов: работы, семьи и друзей, хобби и самосовершенствования.



— А вот меня волнует не количество ножек, а соотношение мужского и женского... — делает многозначительную паузу **студентка-филолог**. — Мы все называем табуретку табуреткой, правильно? Но ведь в литературе, особенно начала XX века, преобладает слово «табурет». Почему изменился род? Сегодня специально заходила на кафедру русско-

го языка, чтобы с этим разобраться. Преподаватель сказал, что форма женского рода появилась просто в ходе развития языка. Это как кофе, который скоро уже даже в словарях будет среднего рода. А суффикс «к», при помощи которого образовалось парное существительное женского рода, придаёт слову уменьшительное значение. Очевидно, сей скромный предмет обихода носители языка ставили в один ряд со шкатулкой, банкеткой, этажеркой и так далее.



— У табуретки в России богатая история, — присаживается **студентка-музее-**

**вед**. — В литературе говорится, что древние русичи сидели на ней уже в IX веке. В Москве даже есть трёхметровый памятник «Первому табурету земли Русской», установленный на Таганской улице возле музея мебели. Подозреваю, его создатели лукавят: вряд ли они смогли выяснить, как именно выглядел первый табурет. К тому же сейчас музей закрыт, а гигантский экспонат убрали.



— Первое, что приходит на ум, — это «Золотой телёнок» Ильфа и Петрова. Помните: «Даже из обыкновенной табуретки можно гнать самогон. Некоторые любят табуретовку». Я знаю рецепт. Но не скажу, — игриво смотрит на окружающих **студентка-химик**. — Почему не расскажу? Во-первых, потому что он довольно сложный. Там сначала с помощью кислотного гидролиза из целлюлозы получается глюкоза. Потом происходит процесс дрожжевого брожения... И так далее. А во-вторых, в итоге получается этиловый спирт вместе с метиловым. И если эту штуку попробовать, то высока вероятность летального исхода. В общем, если бы Бендер этот рецепт дал американцам, дело кончилось бы международным скандалом. Кстати, Ильф и Петров оказались пророками. «Золотой телёнок» был закон-

чен в 1931-м, а три года спустя XVII съезд ВКП(б) постановил развивать производство спирта из опилок.



Наконец приезжает нобелевский лауреат. — Добрый день, уважаемые коллеги! Когда я шёл по коридору университета, то заметил одиноко стоящую табуретку. Полагаю, её можно рассматривать не только как конкретное мебельное изделие, но и как объект мысленного эксперимента, иллюстрирующего эффект нарушения сферической симметрии. Вполне очевидно, что табурет состоит из атомов. Каждый атом — сферически симметричное тело и описывается уравнениями, инвариантными относительно трёхмерных вращений. Это значит, что если в таких уравнениях изменить значения входящих туда угловых координат, то на решение уравнения это никоим образом не повлияет. Однако решение этих уравнений — а именно реально существующий табурет — имеет определённую ориентацию в пространстве, а значит, сферической симметрией не обладает\*...

\* Использован фрагмент из книги «Квантовая теория поля» нобелевского лауреата Стивена Вайнберга.



■ МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВЛЕН В РАМКАХ МАСТЕРСКОЙ НАУЧНОЙ ЖУРНАЛИСТИКИ МГУ ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА.

В РАБОТЕ ПРИНИМАЛИ УЧАСТИЕ: Артём Арутюнов, Юлия Волкова, Дарья Вяльцева, Александра Давлетшина, Борис Гармаев, Алина Корнеева, Александра Костылёва, Георгий Махатадзе, Надежда Павлова, Дмитрий Пастернак, Кирилл Тимофеев, Андрей Щёголев и другие.

# ...ОГОРЧИЛИ

// СМЕРТЬ ФИЗИКА, ПРЕДСКАЗАВШЕГО ГРАВИТАЦИОННЫЕ ВОЛНЫ

В конце марта в возрасте 84 лет скончался Владимир Брагинский, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник кафедры физики колебаний физического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, руководитель московской группы учёных международного проекта LIGO, недавно подтвердившего существование гравитационных волн.



**Кип Торн** Американский астрофизик, профессор Калифорнийского технологического института, один из основателей LIGO.

Это очень тяжёлая потеря. Владимир Борисович был одним из научных гигантов нашей эпохи и моим дорогим другом.

На протяжении многих лет Брагинский был совестью проекта LIGO: искал и находил подводные камни, на которые никто не обратил внимания в ходе исследования, объяснял, как и почему с ними нужно бороться. Он предсказал существование стандартного квантового предела, а для преодоления этого ограничения предложил новый принцип измерения — квантовые неразрушающие измерения. Открыл ещё несколько важных физических эффектов.

И вообще, LIGO могло и не быть, если бы Владимир Борисович вместе с Райнером Вайссом в середине 70-х не

убедили меня, что поиск гравитационных волн однажды приведёт к успеху. Вдохновлённый ими, я набрался мужества предложить Калифорнийскому технологическому институту экспериментальную программу.

Когда вышла статья о регистрации гравитационных волн, я отправил копию сыну Владимира Борисовича Олегу. На что он ответил:

«Показал работу отцу. Возможно, он был несколько скептичен, но всё равно порадовался, что его включили в список авторов. И был очень тронут вашим добрым письмом».

Думаю, Брагинский чувствовал и верил, что открытие, над которым он и мы работали так долго, свершится... при его жизни. Я благодарен ему за это.

# ...ВЗВОЛНОВАЛИ

// ТРУДНОСТИ С СОЦИАЛИЗАЦИЕЙ У ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ И АУТИЗМ ИМЕЮТ ОДНУ ПРИРОДУ

Некоторые генетические мутации, которые в совокупности приводят к аутизму, по отдельности могут наблюдаться у здоровых людей и мешать их благополучной жизни в обществе. К такому выводу пришла группа учёных из Бристольского университета, Института Броуда и Общеклинической больницы штата Массачусетс, проведя масштабное исследование. Его результаты опубликованы в журнале Nature Genetics.

Это исследование взволновало меня потому, что у моего младшего брата врачи диагностировали расстройство аутистического спектра. До четырёх лет он ни с кем не разговаривал, хотя был ласков и сам проявлял к нам интерес и внимание.

Тогда я прочла рассказ Рэя Брэдбери «И всё-таки наш...». По сюжету у молодой пары появляется долгожданный ребёнок. Но из-за сбоя техники в медицинском учреждении малыш рождается в другом измерении, где он совершенно здоров, но совсем не похож на человека. Он выглядит

как голубая пирамидка. Чтобы понять и обнять своего сына, родители прыгнули в то же измерение и стали для всех кубом и эллипсом. Вот такая геометрия любви. «Этот рассказ точно про аутизм», — подумала я.

Надеюсь, учёные, исследующие это странное заболевание, смогут понять и объяснить механизмы его возникновения, присмотревшись к разным формам социализации — сферам, цилиндрам и конусам нашего общества.

Да, кстати, мой братик Вовка больше не голубая пирамидка. Он перепрыгнул к нам.



**Анастасия Григорьян** Ученица 10-го класса школы № 71, Краснодар.



ФОТО: WIKIPEDIA/COMMONS, SHUTTERSTOCK



# ...УСЛОЖНИЛИ

// НОВЫЕ СЛЕДЫ ДРЕВНИХ КРОВΟΣМЕШЕНИЙ В ГЕНОМАХ СОВРЕМЕННЫХ ЛЮДЕЙ

Ряд свежих научных статей раскрывает детали того, как происходила гибридизация между неандертальцами, денисовцами и нашими предками — кроманьонцами.

Напомню, что денисовцы — это се-стринская по отношению к неандертальцам, но независимая ветвь рода *Homo*, информация о которой сводится к нескольким небольшим косточкам и зубам, найденным в Денисовой пещере на Алтае; последовательности геномов, определённых по древней ДНК из этих костей; и следам гибридизации — фрагментам денисовской ДНК в геномах современных австронезийцев (папуасов, меланезийцев и австралийских аборигенов).

Учёные из Института эволюционной антропологии (Лейпциг) и Университета Вашингтона (Сиэтл) определили геномные последовательности 35 меланезийцев и сопоставили их с уже известными современными и древними геномами. Оказалось, что гибридизаций с неандертальцами было несколько: этим занимались общие предки всех неафриканцев, предки европейцев и азиатов после разделения с протоавстронезийцами, а потом ещё и предки восточных азиатов после от-деления от европейцев и южных азиатов.

При этом неандертальские фрагменты редко содержат гены, работающие в семенниках, — это может указывать на бесплодие мужских потомков таких союзов. Не удержались в древнем геноме и варианты гена *FOXP2*, отвечающего за развитие речи.

Похожее исследование провёл коллектив учёных из Университета Калифорнии (Лос-Анджелес) и Гарвардской медицинской школы. Они изучили более 250 геномов представителей 120 популяций современных людей. Оказалось, что гибридизация австронезийцев с денисовцами случилась примерно на пять тысяч лет позднее, чем с неандертальцами (50–60 тысяч лет и 44–54 тысячи лет назад соответственно). Полученные данные указывают также на возможность гибридизации денисовцев с южными азиатами, однако тут возможны и другие объяснения, связанные с историей популяций.

Следы древних кровосмесений обнаруживаются не только в наших геномах — был и поток гибридизаций в обратном направлении. Группа Серджи Кастельяно всё из того же Института



**Михаил Гельфанд** Заместитель директора Института проблем передачи информации им. А. А. Харкевича РАН, профессор факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ им. М. В. Ломоносова.

эволюционной антропологии нашла следы древней (случившейся примерно 100 тысяч лет назад) гибридизации с кроманьонцами в геноме алтайского неандертальца, жившего в Денисовой пещере, но ничего не нашла в геномах денисовца и двух европейских неандертальцев. Оказывается, это произошло раньше, чем из Африки вышли предки современных евроазиатов, и тем самым доказывает, что до того случилась ещё одна аналогичная миграция. Было бы интересно найти её следы в современных геномах, но, похоже, эти люди не дожили и не увиделись с представителями второй волны — нашими непосредственными предками.

Анализ всё новых геномов, как древних, так и современных, усложняет представления о нашей предыстории. И это невероятно интересно — осознавать, что десятки тысяч лет назад на территории Евразии встречались и... кхм... гибридизовались представители трёх очень далёких друг от друга ветвей человечества и что следы этих мезальянсов мы видим в наших геномах.



# ЖИЗНЬ





## Группа Крейга Вентера явила миру синтетическую бактерию с минимальным геномом

ИВАН ШУНИН

**Биологи Института Крейга Вентера создали бактерию, геном которой состоит из 473 генов. Это самый короткий геном живого организма, способного к самостоятельному существованию. И он — искусственный.**

В 1953 году Стэнли Миллер смешал в реакционной колбе метан, аммиак, водород и воду и шарханул по ним электричеством. Таким образом он попытался смоделировать среду, характерную для раннего периода развития Земли. Миллер проверял гипотезу абиотического супа, гласящую, что условия, царившие когда-то на планете, способствовали возникновению органической жизни. Анализ показал наличие в конечной смеси пяти аминокислот. Несмотря на то что результаты выглядели весьма провокационно, статья об исследовании была опубликована в Science. Стэнли прославился. «Он создал жизнь!» — кричали газетные заголовки.

В 2010 году группа Крейга Вентера из Института Крейга Вентера (да, Крейг Вентер — он такой!) представила *ubi et orbi* бактерию JCVI-syn1.0, геном которой был полностью синтезирован в лаборатории. «Теперь это часть жизни, населяющей нашу планету, — заявил Вентер, — первый вид, порождённый компьютером». Ватикан выступил с официальным протестом, а Барак Обама призвал правительственную комиссию по биоэтике провести исследование «потенциальных преимуществ в области медицины, безопасности и охраны окружающей среды, равно как и возможных рисков», связанных с синтетической биологией. «Он создал жизнь!» — вновь кричали газет-

Группа Вентера, строго говоря, должна называться скорее «группой Хатчинсона и Чуанга»: в списке авторов статьи о JCVI-syn3.0 они стоят на первом месте. В структуре института Вентера Хатчинсон входит в состав группы синтетической биологии. Ею руководит Хамилтон Отанел Смит, американский микробиолог и лауреат Нобелевской премии по медицине 1978 года (за открытие рестриктаз). Но он в списке авторов далеко позади своего подчинённого.

# Вкратце

ФОТО: SANDY HUFFAKER/THE NEW YORK TIMES/EAST NEWS



**Евгений Кунин**, биолог, ведущий научный сотрудник NCBI (Мэриленд, США). Крупнейший эксперт в области эволюционной и вычислительной биологии, обладатель самого большого индекса Хирша среди русскоязычных учёных. Автор книги «Логика слушающая».

ные заголовки, не боясь обидеть своей изменчивостью Стэнли Миллера. Тот был уже три года как мёртв.

25 марта 2016 года эта история получила продолжение. Во всё том же журнале Science вышла статья, где группа Вентера описала синтетическую бактерию JCVI-syn3.0, геном которой на сегодня можно считать самым коротким для организмов, способных к самостоятельному существованию.

Геном JCVI-syn3.0 — это укороченная версия бактерии JCVI-syn1.0, он состоит из 473 генов и «весит» 531 000 пар оснований: 438 генов кодируют белки, а 35 отвечают за синтез РНК. Этот геном вставили

в *Mycoplasma mycoides*, а родной геном бактерии выбросили.

— Я бы сказал, что в этой работе 60 % технологии, 20 % научного интереса и 20 — чисто спортивного, — говорит **Евгений Кунин**, которого мы попросили прокомментировать результат группы Вентера. — Человеку свойственно бить рекорды. И вот получен свободно живущий организм, минимальный по числу генов.

### Если вы хотите понять, что такое жизнь, попробуйте её создать

«Геномика переходит от дескриптивной фазы, в которой геномы секвенируются и анализируются, к синтетической, когда геномы создаются в ходе химического синтеза», — пишут авторы. То, что делает группа Вентера, сейчас не делает больше никто. Они занимаются синтезом генома с нуля — именно поэтому Вентер назвал отцом JCVI-syn1.0 ком-

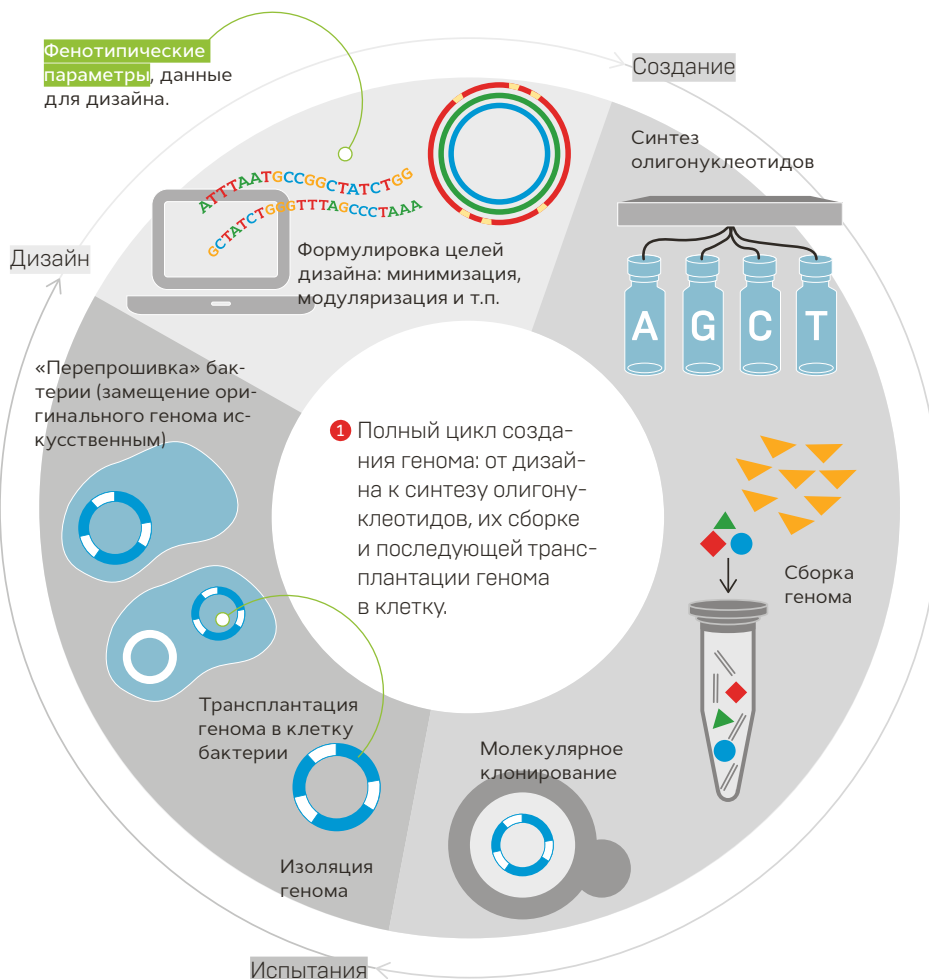
пьютер. А поскольку геном они синтезируют целиком, написать туда можно всё что угодно.

— Это здорово, но всё ещё очень дорого и сложно. Так что вентеровская лаборатория — это скорее бутик. Потом технологии упростятся, возникнет ещё одна лаборатория... Но это всё не то что через год не произойдёт, а даже и через десять, я боюсь, — говорит Кунин. — Проблема не в том, чтобы синтезировать олигонуклеотиды или собрать их в геном. Это дорого и трудно, но это работает. Проблема в том, чтобы подобрать жизнеспособные варианты. Число вариантов растёт экспоненциально. Если все перебирать, лаборатория займёт больше места, чем площадь планеты.

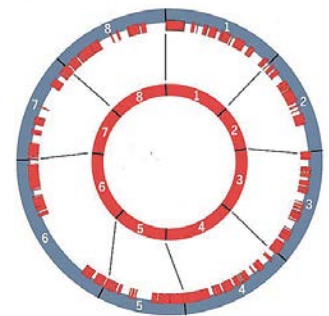
### Минимум жизни

«Путь поиска минимального генома прост и грандиозен одновременно. За наикратчайшим набором генов, достаточным для

## СОЗДАНИЕ ГЕНОМА



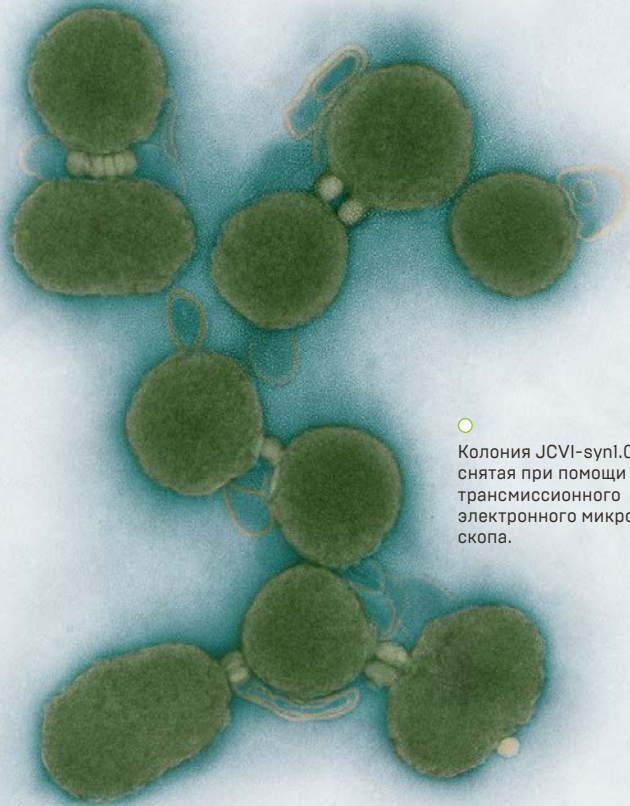
2 Сравнение генома JCVI-syn1.0 (внешняя окружность) и генома JCVI-syn3.0 (внутренняя окружность). Показано разделение на 8 сегментов, каждый из которых тестировался независимо. Красные секторы на внешней окружности соответствуют геном, которые сохранились в JCVI-syn3.0



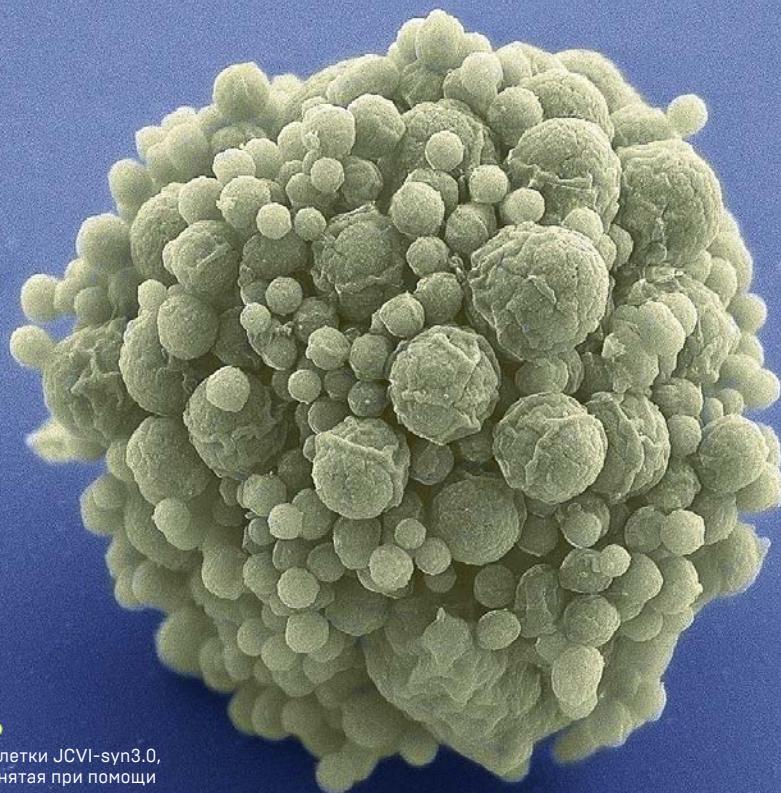
3 Кластер бактерий JCVI-syn3.0, демонстрирующий бактерии различных размеров. Размерная линейка — 200 нанометров.



ИЛЛЮСТРАЦИИ: J. CRAIG VENTER INSTITUTE. ФОТО: WIKIPEDIA/COMMONS



Колония JCVI-syn1.0, снятая при помощи трансмиссионного электронного микроскопа.



Клетки JCVI-syn3.0, снятая при помощи растрового электронного микроскопа.

того, чтобы клетка могла жить и делиться, стоит очищенная от шелухи жизнь. Сам Вентер считает, что у такого бактериального генома есть и практическое применение: его можно использовать в качестве универсальной заготовки для производства бактерий под ту или иную специфическую цель — тут и биотопливо, и переработка отходов, и всё что угодно. Судя по бюджету института Вентера, инвесторам эта идея нравится.

В 1996 году Кунин с коллегой написали статью, в которой предсказали, что минимальный геном должен содержать порядка 256 генов. У syn3.0 их, напомним, 473. Но слово «минимальный», конечно, требует пояснения:

— Разумеется, есть организмы с намного более коротким геномом. Но подобные организмы — это эндосимбионты и эндопаразиты. Они явно находятся на пути деградации. На пути к тому, чтобы совсем исчезнуть, просто вымереть или превратиться в органеллы, как митохондрии, которые берут белки у хозяина. Так что описание минимального генома должно быть дополнено описанием среды, в которой он может существовать.

Самим фактом создания организма, который на ближайшее время станет эталоном «минимальной жизни»,



#### ГЕНОВ

в геноме JCVI-syn3.0, функциональная роль которых **неизвестна**.

научный результат группы Вентера не ограничивается. Из 473 генов в составе генома JCVI-syn3.0 функциональная роль 147 генов современной науке неизвестна.

— Говорить, что про них совершенно ничего не известно, не совсем правильно. Про большинство что-то известно. Но на кой чёрт они нужны этому организму, непонятно. И тут есть вызов, я бы сказал, наглядно показывающий, что мы плохо понимаем, как работают даже простейшие клетки, — подтверждает Евгений.

Надеяться, что где-то среди этих 147 генов прячется комбинация, отвечающая за бессмертную душу, не стоит.

— Чудес не ждите. Это для вас бессмертная душа, а для меня новый фактор трансляции. Есть гены, которые обладают высокой степенью эво-

люционной консервативности. Они универсальны почти во всех организмах. Среди непонятных генов таких штук пятнадцать. Вполне вероятно, что они участвуют в базовых процессах переноса информации в клетках. В этом смысле здесь таится ещё немало интересной биологии.

#### Будущее

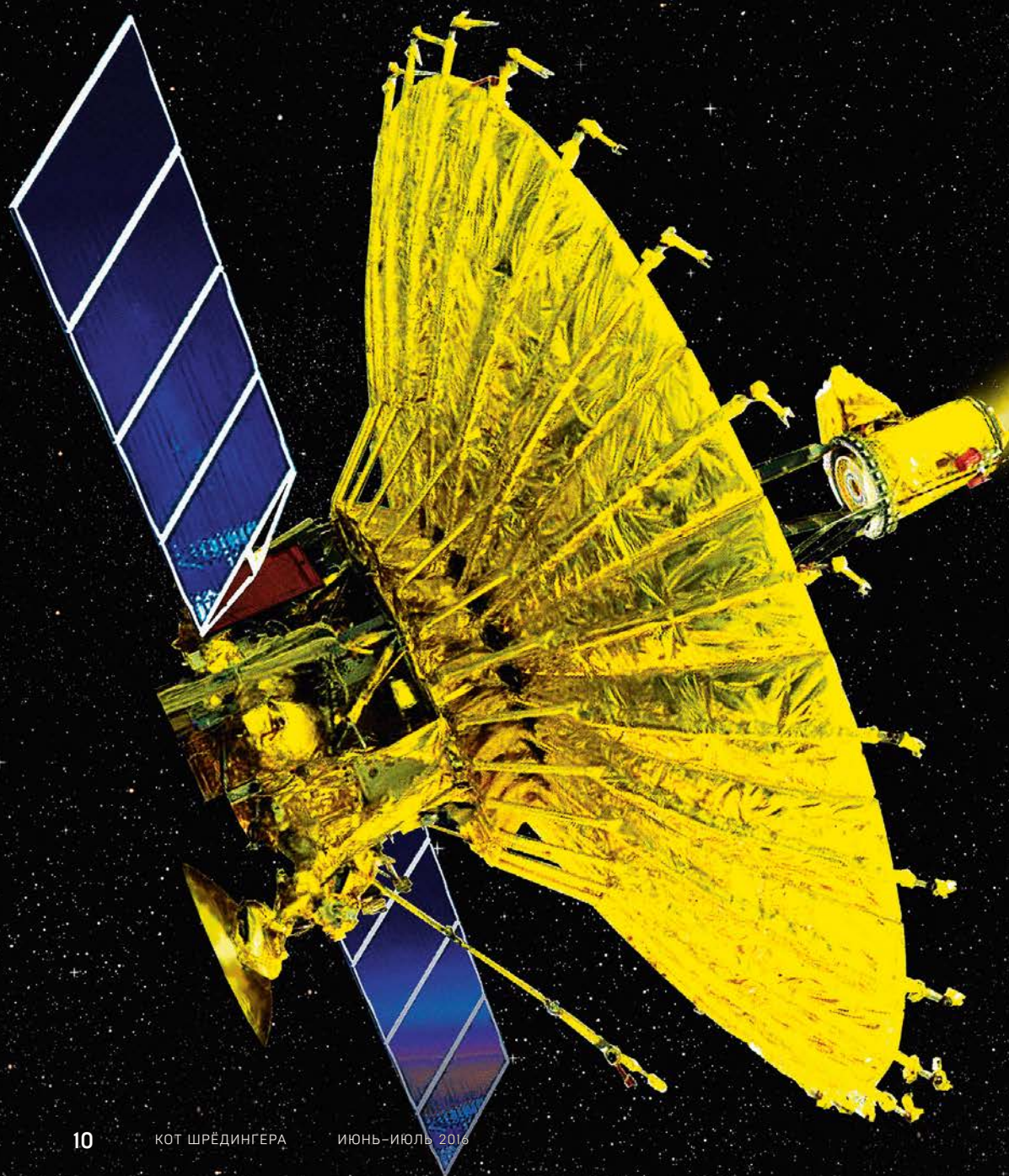
Итак, «рабочий минимум» достигнут. Что дальше? Изучать функции неизвестных генов? Резать больше?

— Это всё комплементарные активности. И то и другое имеет смысл. Не знаю, займётся ли этим Вентер, это не его стиль. Но найдутся люди, которые будут это делать, — отвечает Евгений. — Получение ещё более простого организма, несомненно, возможно. Я думаю, Вентер ещё не закончил: он ещё получит что-нибудь поменьше. Интересно посмотреть, как устроен минимальный геном у других видов. Сравнить. По оценке Кунина, если в лаборатории Вентера возьмутся за другой вид сейчас, то через 2–3 года они смогут получить новый минимальный геном. Но, конечно, не геном мыши, растения и уж тем более человека. Даже «бутик» Вентера с задачами такой сложности в обозримое время справиться не сможет. 🐾

# Россия у Чёрной дыры

«Радиоастрон»: неоконченная история крупнейшего научного проекта России в космосе

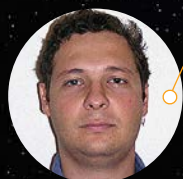
АЛЕКСЕЙ ТОРГАШЁВ



32

**ГОДА**

прошло от замысла до запуска «Радио-астрона».



**Юрий Ковалёв.**

Доктор физико-математических наук, профессор РАН, заведующий лабораторией Астрокосмического центра ФИАН, руководитель научной программы проекта «Радиоастрон», лауреат премии Ф.А. Бредихина по астрономии РАН.

«**Радиоастрон**» — невероятный космический проект. И он наш, российский. Желающие могут смело считать его предметом национальной гордости. Выглядит это так: в космосе летает антенна, а на Земле вместе с ней работают десятки крупнейших радиотелескопов в России, Германии, Италии, США, Японии, Нидерландах, Китае. Система позволяет изучать космос с самым высоким угловым разрешением за всю историю астрономии. С помощью этой мегаконструкции учёные получают уникальные данные об устройстве Вселенной. О том, как работает интерферометр и что благодаря ему удалось открыть, мы поговорили с руководителем научной программы «Радиоастрона» **Юрием Ковалёвым.**



### КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ «СПЕКТР-Р»

**Главная научная организация** Астро-космический центр ФИАН.

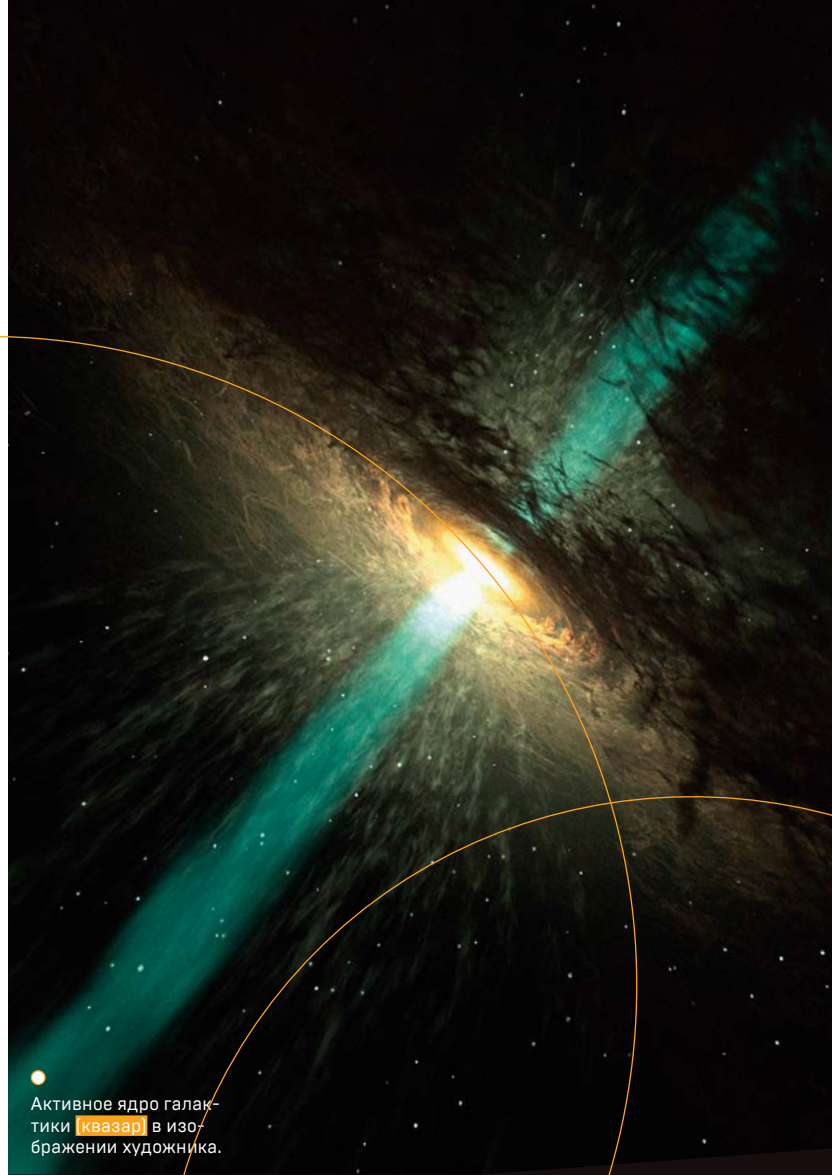
**Заказчик** Роскосмос.

**Производитель** НПО имени С. А. Лавочкина.

**Диапазоны принимаемых длин волн** 92 см (пульсары), 18 см, 6 и 1,3 см (квезары и мазеры).

**Масса** 3 295 кг.

**Запущен на орбиту** 18 июля 2011 года с космодрома Байконур.



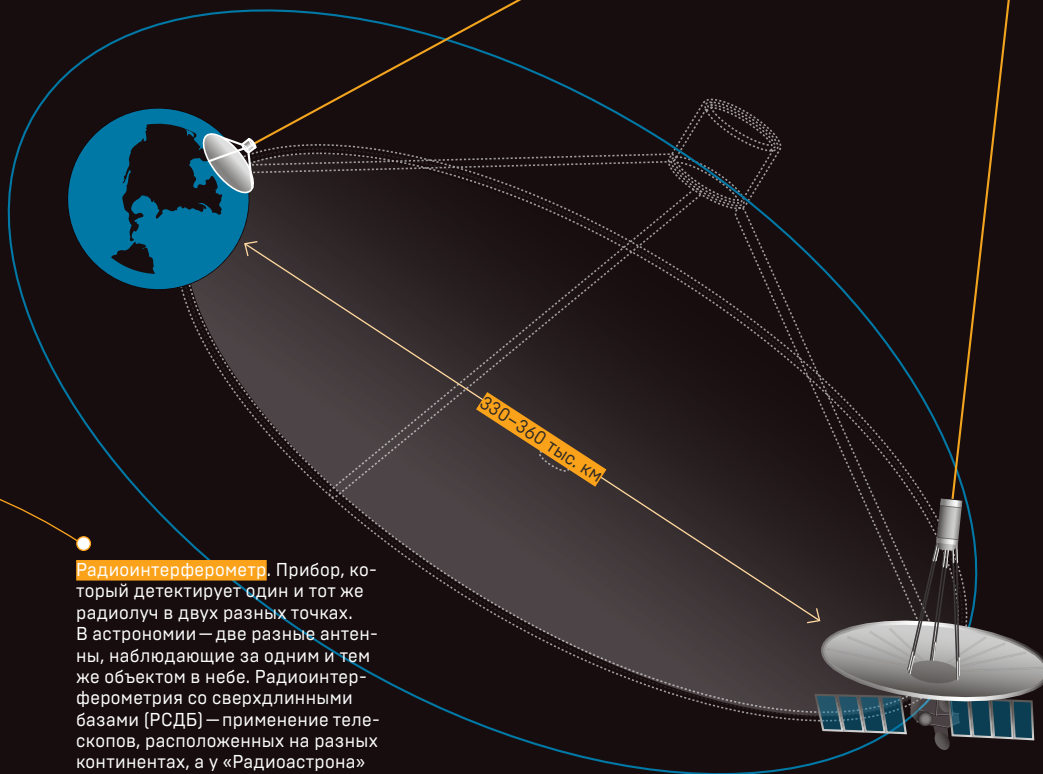
Активное ядро галактики **квезар** в изображении художника.

При всех проблемах нашей космической отрасли мы всё ещё умеем делать проекты мирового масштаба. Во-первых, мы остаёмся главным космическим извозчиком планеты: люди отправляются на орбиту благодаря нашим ракетам. Во-вторых, именно нами, как минимум наполовину, создано самое сложное инженерное сооружение в истории человечества — МКС. Ну и, в-третьих, «Радиоастрон»...

Пять лет летает вокруг планеты десятиметровая антенна, размещённая на аппарате «Спектр-Р». Орбита у неё вытянутая: аппарат то приближается к Земле на несколько сотен километров, то удаляется на расстояние почти как до Луны. Диаметр антенны — 10 метров, благодаря чему аппарат попал в Книгу рекордов Гиннеса как самый крупный космический телескоп. Но на этом рекорды не заканчиваются.

В связке с антенной работают крупнейшие наземные радиотелескопы мира. Благодаря союзу космических и земных аппаратов получается **интерферометр** с базой (по-бытовому, размером) более 300 тысяч километров. Аналогов такой системе человечество ещё не создавало. Вселенную теперь можно наблюдать с разрешением раз в тридцать большим, чем позволяли самые продвинутые приборы. С помощью «Радиоастрона» можно увидеть, что происходит, например, на самой границе чёрных дыр.

## НАЗЕМНО-КОСМИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕРОМЕТР



**Радиоинтерферометр.** Прибор, который детектирует один и тот же радиолуч в двух разных точках. В астрономии — две разные антенны, наблюдающие за одним и тем же объектом в небе. Радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ) — применение телескопов, расположенных на разных континентах, а у «Радиоастрона» один телескоп находится даже на орбите.



Сертификат рекорда антенны аппарата «Спектр-Р».



**Николай Кардашёв.**

Руководитель Астрокосмического центра ФИАН, академик РАН. Окончил МГУ в 1955 году. Занимается экспериментальной и теоретической астрофизикой. Вместе со своим учителем Иосифом Шкловским был в числе первых учёных, кто начал изучать возможности существования внеземных цивилизаций. Лауреат государственной премии СССР, Демидовской премии, золотой медали Грота Ребера.

## Люди. Тридцать лет ради одного дня

«Радиоастрон» — проект трудной судьбы. Начали его ещё в 1979 году, при Брежневе. Запуск всё время откладывался. Представьте: вы тридцать лет вкладываете свой ум и душу в проект, который, может быть, состоится, а может быть, и нет. Эта история даже не про науку — про судьбу человеческую. «Радиоастрон» состоялся во многом благодаря воле его руководителя — **Николая Кардашёва**. Но даже в день запуска — 18 июля 2011 года — гарантий успеха не было. Десятки инженеров и учёных могли обнаружить, что убили жизнь на проект, который работать никогда не будет.

**[ЮРИЙ КОВАЛЁВ]** Вечер той пятницы был, наверное, одним из самых тяжёлых в жизни многих из нас: зеркало антенны раскрылось не до конца. Дело в том, что у антенны двадцать семь лепестков. Во время запуска они сложены, как зонтик. В космосе должны были раскрыться, но раскрылись не до конца — нескольких сантиметров не хватило... На следующий день, в субботу, в центре управления полётами в НПО имени Лавочкина, никому заранее не сказав, решили зеркало дораскрыть. Повернули в сторону Солнца, прогрели, убрали градиенты температур, и всё заработало! Начались тесты — сначала одиночного зеркала, потом интерферометра.

**[КОТ ШРЁДИНГЕРА]** Есть лепестки — части антенны. Но часто слышу слово «лепесток» в жаргоне астрофизиков. И, как

я понял, это пик сигнала от небесного тела на трёхмерной картинке. Он означает, что данные удалённых телескопов точно ложатся друг на друга. Удалось ли вам найти эти лепестки?

**[ЮК]** Мы нашли интерферометрические лепестки в самом первом сеансе! Могу рассказать байку. Мы организовывали первый сеанс только с российскими телескопами системы «Квазар» и РТ-70 в Евпатории. Западных коллег привлекать не хотели, потому что самый первый блин оказывается комом и как-то не хочется потом говорить: «Ну да, ну мы типа вас позвали, но мы были не совсем готовы...» А они сами вызвались! Это была команда стометрового телескопа из Германии. И в самом первом эксперименте мы получаем положительный результат — и с немецким стометровым телескопом, и со всеми российскими, и с тогда ещё украинской Евпаторией! Последний лепесток — на самой короткой и сложной длине волны 1,3 сантиметра — получили только в мае 2012 года.

**[КШ]** Почему так долго? Были проблемы?

**[ЮК]** Мы уже почти махнули рукой на один сантиметр. Знали, что у нас антенна похуже на этой длине волны. Тем не менее использовали американский телескоп GBT, потому что он самый чувствительный на Земле. Прово-

**«Квазар»** — Сеть из трёх обсерваторий в Ленинградской области, Карачаево-Черкесии и Бурятии.

**GBT** — Крупнейший в мире полноповоротный радиотелескоп с зеркалом 100 × 110 м в Грин-Бэнке, США.



RT-70 — телескоп и космический радар в Евпатории с диаметром зеркала 70 м.

5000

ТОНН — вес подвижной части телескопа в Евпатории.

**Эффельсберг** — стометровый полноповоротный радиотелескоп в Германии.

лучалось, и мы добавили к американцам немецкий телескоп **Эффельсберг**. И с ним сразу — ррраз! — и шикарный результат. Оказалось, что у американского телескопа все эти полгода были проблемы с водородным стандартом частоты.

**[КШ]** Подождите, Юрий. Водородный стандарт — это ведь такие атомные часы. И впервые этот прибор отправили в космос именно на «Радиоастроне». А вы говорите про водородный стандарт на Земле.

**[ЮК]** Один на телескопе в космосе, другой — на телескопе на Земле. По ним синхронизируем наблюдения.

**[КШ]** А ещё сообщили, что на борту было два устройства, одно отказало.

**[ЮК]** Когда я работал на Западе, мне говорили: «Юра, каждую мысль надо формулировать в позитивном ключе». Тренировали долгие годы. Поэтому: «Один водородный стандарт на борту работает!» А не «один отказал». Даже один из двух — это потрясающее достижение! Потому что никогда до этого в космос не отправляли активные водородные стандарты частоты российского производства. Кстати, остатки наших тестов можно видеть здесь, в кабинете, на полке, в виде этих пустых бутылок.

дили с ним один эксперимент, второй, третий... и ничего не получалось. Вначале не везло с погодой. Когда погода нормализовалась, всё равно ничего не

Вы хотели историю? Слушайте. После запуска аппарата пошёл последний месяц моей нормальной жизни, потому что я не участвовал в первых тестах. Я поехал на конференцию в Таиланд, а по дороге домой купил в Duty Free бутылку этого виски. Не самый лучший скотч, но вполне себе ничего.

Начались тесты, и мы стали аккуратненько обмывать каждый положительный результат. Сеансы управления и связи обычно происходили днём, поэтому пили исключительно в символических дозах. Больше нельзя было — народ в НПО и АКЦ пахал так, как я никогда не видел: появилась надежда, что последние тридцать лет жизни прошли не зря, не повторилась история «Марса» или «Фобоса».

Потом мы привыкли к положительным результатам, зазнались и как-то раз обмыть забыли. И следующий тест проваливается с диким свистом по какой-то глупой причине. Так мы поняли, что дело серьёзное и что именно эта марка именно с этим сроком выдержки — наш выбор. И каждый раз коллеги привозили этот виски из зарубежных поездок.

**[КШ]** Почему вы об этом вспомнили, когда заговорили про водородный стандарт?

**[ЮК]** Потому что это был один из тестов, положительный результат которого был очевиден. Мы действительно использовали бортовой прибор впервые. По сути, это тер-



мос, внутри которого находится стеклянная колба. В колбе водород, даже не совсем в колбе: рядом есть кармашек с веществом, пропитанным водородом. В космосе этот водород понемножечку в колбу выходит. Есть спектрометр, который следит за радиолнией 21 см шириной всего 1 Гц, излучаемой возбуждёнными атомами. В результате получаем стабильную частоту, что нам и нужно.

**[КШ]** Почему так важно следить за синхронизацией часов с такой убийственной точностью?

**[ЮК]** Смотрите, интерферометр имеет две антенны. Одна в космосе, другая на Земле. И там и там водородные стандарты. Мы действительно стартуем в одно и то же время, а потом должны совместить записи наблюдений. Каждый бит информации должен лечь на свой бит. Немножечко сдвинули — и мы уже не видим объект двумя антеннами. Если водородный стандарт неточный, мы не сможем долго накапливать сигнал, а это очень важно.

## Сотрудничество. Таможня как модернизатор

«Радиоастрон» — проект в первую очередь российский, но участвуют в нём все ведущие страны мира. Кроме отечественных земных обсерваторий в нём задействованы стометровые радиотелескопы в Грин-Бэнке (США) и Эффельсберге (Германия), знаменитая радиообсерватория Аресибо (Пуэрто-Рико), а также многие другие установки.

**[КШ]** Я пытаюсь представить: десятки телескопов на Земле, один в космосе, сотни астрономов со всего мира, станции приёма данных, центр управления, корреляторы... Как это всё организовано?

**[ЮК]** У нас есть космическая обсерватория под названием «Спектр-Р» и есть наземные радиотелескопы. Они работают одновременно. Задания на наблюдения — это просто

файл, который мы рассылаем в обсерватории. Этот файл управляет так называемым фронт-эндом — усилителями, стоящими в фокусе телескопа, и бэк-эндами — системами оцифровки данных и записи на магнитные носители. Полученные данные отправляются в центр корреляции. На эту тему есть ещё анекдот. Существуют два способа свести данные в центр корреляции: почтой на носителе либо через Сеть. Мы, естественно, хотели почтой, но на нашем пути встала российская таможня. Мы пообщались с брокерами, чтобы понять, что нас ожидает. И узнали, что будем платить налоги. Потому что за рубежом мы посылаем пустые диски, там на них записывают, и в результате качество продукта меняется: были пустые — стали полные. Так что придётся платить налог на изменившееся качество товара. И мы отказались от этого пути в пользу доставки данных по интернету. Вообще говоря, это более современный метод, на него переходит всё больше обсерваторий.

**[КШ]** Прислали вам записи сигналов из Вселенной. Дальше что?

### Коррелятор

Сводит наблюдения разных телескопов в одну картинку. У «Радиоастрона» три коррелятора: в России (Астрокосмический центр ФИАН), в Германии (Радиоастрономический институт Макса Планка) и в Нидерландах (Объединённый институт интерферометрии на сверхдлинных базах в Европе). Результаты наблюдений пересчитываются тремя разными программами.

**Данные.** Просто нулики и единички. Оцифрованная радиоволна. Допустим, есть три телескопа на Земле и один в космосе, каждый наблюдает за квазаром и записывает, какие радиоволны пришли от него в эту секунду, в виде нулей и единиц.



Счастливые астрономы и инженеры после ввода в эксплуатацию второй станции слежения «Радиоастрона» в Грин-Бэнке.

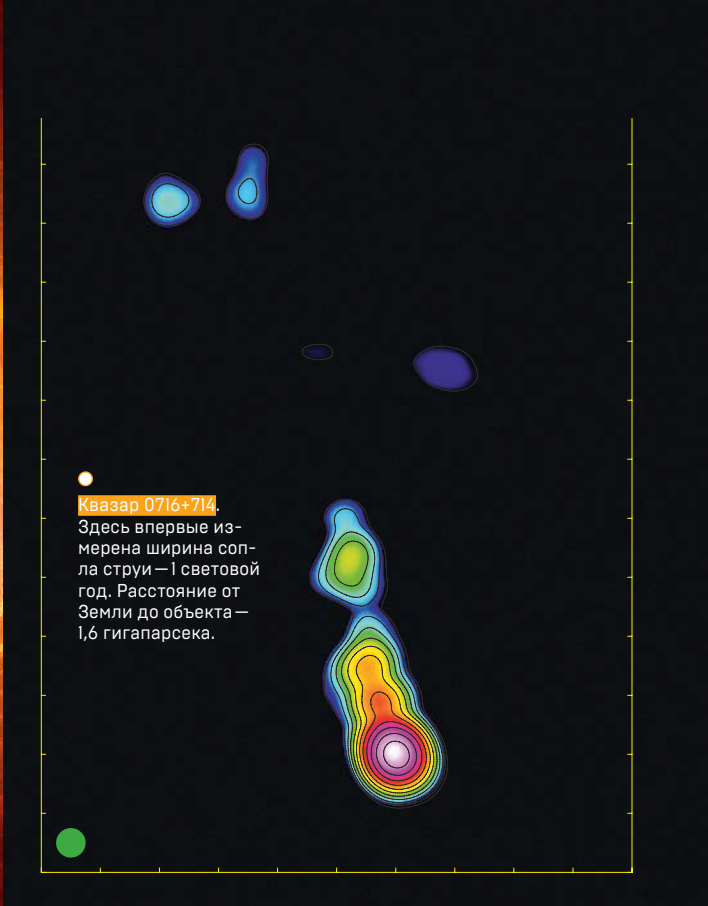
## ОТБОР ЗАЯВОК НА НАБЛЮДЕНИЯ, НАУЧНУЮ ПРОГРАММУ

После первых тестов «Радиоастрон» реализовал раннюю научную программу. Она управлялась Астрокосмическим центром ФИАН. Задача: получить первые научные результаты и понять возможности и понять возможности на открытую научную программу: любой астроном мог подать заявку на наблюдательное время. Рассматривает заявки программный комитет из шести учёных из Австралии, России, Европы и США. Ни Кардашёв, ни Ковалёв не являются членами комитета. 10% наблюдатель-

ного времени является директоромским, то есть Кардашёв может в любой момент выделить время для наблюдения экстраординарных событий (например, взорвалась необычная сверхновая). С крупности интерферометра. Через год после запуска в Бонне провели совещание по результатам и объявили конкурс на открытую научную программу: любой астроном мог подать заявку на наблюдательное время. Рассматривает заявки программный комитет из шести учёных из Австралии, России, Европы и США. Ни Кардашёв, ни Ковалёв не являются членами комитета. 10% наблюдатель-



**Чёрная дыра.** Область с огромной плотностью. Известна теоретически. Гравитация чёрной дыры такова, что её не могут покинуть даже кванты света — фотоны. Граница чёрной дыры называется радиусом Шварцшильда. Сверхмассивные чёрные дыры имеют массу  $10^5$ – $10^{10}$  солнечных. Находятся в центрах галактик.



**Квазар 0716+714.** Здесь впервые измерена ширина сопла струи — 1 световой год. Расстояние от Земли до объекта — 1,6 гигапарсека.

**[ЮК]** Мы сохраняем сырые данные всех телескопов. На сегодня собрано два петабайта. После корреляции данные аккумулируются у нас в архиве, к которому имеют доступ все научные группы, участвующие в проекте. А дальше они своими силами проводят анализ с физической интерпретацией результатов. Станций приёма научных данных с космического телескопа у нас теперь две: в Пушчине и в США, в Грин-Бэнке.

## Результаты. Увидеть радиоуши

**М**ы привыкли говорить о чёрных дырах как о чём-то вполне очевидном. Но большая часть того, что мы знаем об этих космических объектах, — теоретические построения, формулы на листках бумаги. Концепция Мичелла, радиус Шварцшильда, решение Керра... Теоретически мы даже представляем, как падать в чёрную дыру. Проект «Радиоастрон» позволяет наблюдать за тем, что происходит возле этого объекта, с небывалой доселе точностью.

**[КШ]** Давайте уже про результаты. Про те, которые на «ах!».

**[ЮК]** На «ах»? Поехали. Основное направление — исследование ядер активных галактик, в центрах которых находятся сверхмассивные чёрные дыры. Расстояние до них на уровне гигапарсеков. Свет идёт оттуда миллиарды световых лет. Иногда мы используем словосочетание «центральная машина», потому что чёрную дыру ещё никто не видел. Мы пытаемся разобраться, как она работает. Стало быть, у нас есть центральная машина, аккреционный диск из газа и пыли, вырывающиеся струи, или джеты, релятивистских частиц. Джеты узкие, и мы не до конца понимаем механизм, который делает их такими. И даже вопрос о том, насколько они узкие, всё ещё открыт. На «Радиоастроне» мы сразу измерили ширину сопла этих струй. Слово «сопло» никто не любит, потому что на «соплю» уж больно похоже. У нас получилось примерно треть

парсека, то есть один световой год. С Земли измерить ширину нельзя: не хватает разрешения. Могли только дать ограничение сверху. Реальный размер мог быть в десять, сто или тысячу раз меньше наших предсказаний. А мы взяли и измерили. И коллеги-теоретики сказали: «Это то, что нам надо, спасибо. К счастью, не нужно пересматривать модели».

**[КШ]** Откуда берётся радиоизлучение в струях?

**[ЮК]** Излучают заряженные частицы плазмы. Возможно, электроны, но есть и другие варианты. Как это работает? Есть магнитное поле, оно «идёт» по струе. И заряженная частица накручивается на силовую линию магнитного поля. Частица движется по спирали, а значит, с ускорением. А если заряженная частица движется с ускорением, она излучает фотоны — школьная физика. Получаем синхротронное излучение. Информацию о структуре магнитного поля даёт поляризация излучения.

Её исследовали на самой короткой длине волны: одна целая и три десятых сантиметра. Это было очень сложно: вообще-то, нужно быть в сто раз более чувствительными, чтобы разглядеть поляризацию. Но теоретики поработали и восстановили картину. Результаты показали, что магнитное поле является спиральным даже в областях очень близких к центральным машинам. По крайней мере для объекта под названием BL Lacertae (или BL в созвездии Ящерицы). Это, наверное, «ах!». Это впервые.

**Ядра активных галактик.**

Иногда их называют квазарами, иногда блазарами. Это центры галактик, которые находятся очень далеко от нас, на расстоянии миллиардов световых лет, и от центра нашей Галактики отличаются тем, что их чёрные дыры предположительно в 1000 раз тяжелее, чем чёрная дыра посередине нашей Галактики. Вокруг них находится много вещества, падающего внутрь, — аккреционный диск. Часть его, примерно 10%, выбрасывается наружу в виде узких струй (джетов). Квазары являются одними из самых ярких объектов во Вселенной. Механизм образования струй, работа ядра и сам его состав до сих пор под вопросом. Размер — около сотой или тысячной доли парсека. Примерно как Солнечная система.

53,3

МЛН  
СВЕТОВЫХ  
ЛЕТ

от Земли до  
М87. Считается,  
что это  
«близко»

Сверхгигантская эллиптическая галактика Дева А (М87) с активным ядром.

**[КШ]** Зачем вообще знать, как работают центральные машины?

**[ЮК]** Зачем вообще знать? Самый прямой и правильный ответ: чтобы исследовать природу Вселенной.

**[КШ]** Хорошо. Есть у этого знания предсказательная сила? Что было и что будет с активными ядрами галактик?

**[ЮК]** Считается, что активные фазы жизни галактик относительно короткие. Одна фаза может длиться миллионы лет.

**[КШ]** Всего? Наша уже не активна?

**[ЮК]** Да, наша не активна. Может, никогда и не была. Масса чёрной дыры у нас на несколько порядков меньше, чем в ядрах активных галактик. Но и там в какой-то момент вещества аккреционного диска уже не хватит, чтобы поддерживать нынешний уровень активности. Галактика в созвездии Ящерицы не будет иметь яркого джета, зато накопит вещество на периферии, на расстоянии килопарсеков... Мы будем видеть — это наш ужасный сленг — «радиоуши», сгустки плазмы, уже практически прозрачные, старые.

**[КШ]** Почему в одной галактике маленькая чёрная дыра, а в другой большая?

**[ЮК]** Тут есть разные мнения. Одно: столько вещества накушала со временем активная галактика. Другое: чтобы чёрная дыра набрала необходимые размер и вес, нужно, чтобы столкнулась пара галактик. В поддержку второго мнения аргументов не очень много.

## Центры галактик. Посмотреть на Деву

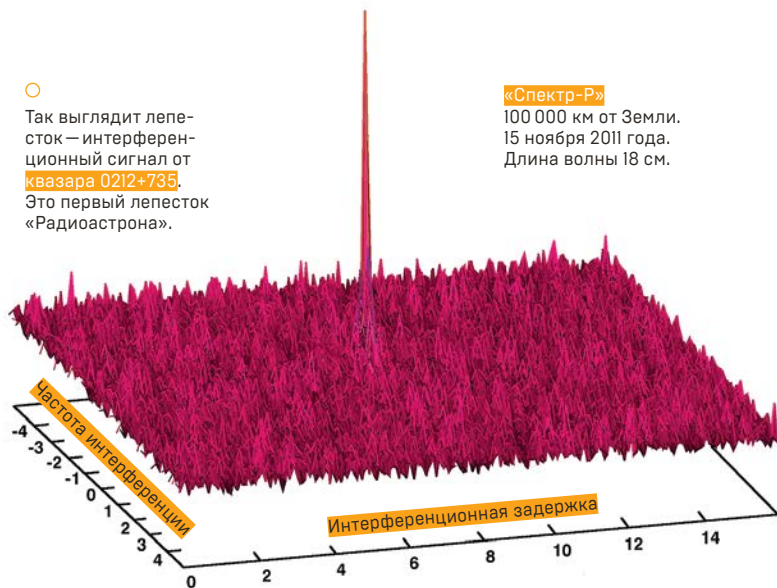
Изначально предполагалось, что «Радиоастрон» сумеет найти в космосе так называемые кротовые норы. Это теоретически предсказанный объект, через который можно попасть в другую точку Вселенной (или вообще в другую вселенную, или в другое время). Нечто похожее произошло в фильме «Интерстеллар». Скорее

○

Так выглядит лепесток — интерференционный сигнал от квазара 0212+735. Это первый лепесток «Радиоастроны».

«Спектр-Р»

100 000 км от Земли.  
15 ноября 2011 года.  
Длина волны 18 см.



всего, обнаружить кротовые норы пока не получится. При этом «Радиоастрону» удаётся решать не менее интригующие задачи.

**[КШ]** Ещё один очень важный вопрос: что находится в центре галактики? Чёрная дыра или кротовая нора, через которую можно путешествовать сквозь пространство и время?

**[ЮК]** Структуры магнитного поля кротовой норы и чёрной дыры должны различаться. Пока всё, что мы видим, подтверждает гипотезу о чёрных дырах. Есть такое правило: пока «наблюдательная информация» не противоречит более простой модели, это значит, что более сложная не подтверждается. Это не значит, что кротовых нор нет.

Но «Радиоастрону» это всё-таки сложно: нам должно немножечко повезти с объектами, да и разрешение нужно повыше. Мы пытались подойти очень близко к центральной машине самой близкой для наших целей галактики Дева А (М87). Но я буду крайне удивлён, если мы сможем что-то сказать на тему кротовой норы в её центре. «Миллиметр» — следующий проект — будет в этом сильнее.

**[КШ]** Жаль. Чуда хочется. Чтобы все привычные представления — раз! — и перевернуть.

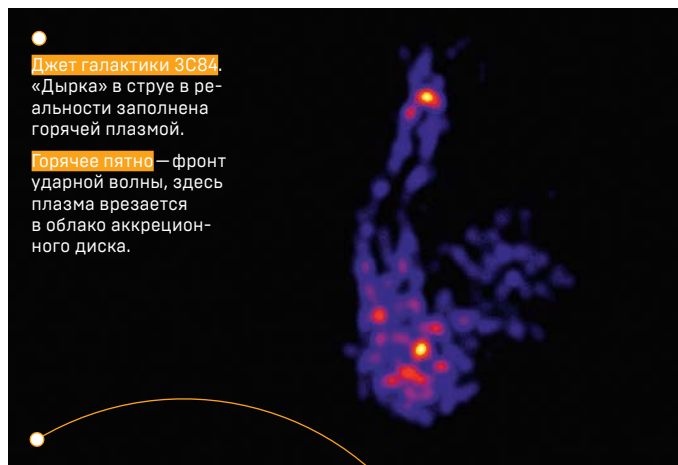
**[ЮК]** Я сейчас как раз расскажу о результате, который противоречит современным представлениям. Вот смотрите, вторая картинка (на след. стр.). Это относительно близкая галактика, её номер, как говорил Антуан де Сент-Экзюпери, — 3С84. Она расположена примерно в тридцати мегапарсеках. В отличие от квазаров, джеты которых «смотрят» нам в глаз, её мы наблюдаем сбоку. Но она близко, значит, мы можем увидеть, что происходит в центре. Вас не удивляет, что струя как-то странно выглядит, с дыркой посередине? Наверное, «Радиоастрон» обчислился и фотоны не поймал? Ничего подобного, всё честно. Вот это джет, и у него дырка посередине. Раньше про такую «дырку» было известно только для галактики М87, которая ещё ближе к Земле. Даже земные интерферометры её хорошо разрешали. И был вопрос: это особый случай в галактике Дева А или есть ещё? А мы увидели чётко. Посмотрите, какое изумительное разрешение!

**[КШ]** В чём казус? Есть ведь объяснение?

**[ЮК]** Джеты состоят из очень быстро движущейся плазмы — скорее всего, это электроны со скоростью близкой к скорости света. Из-за этого появляются эффекты теории относительности. В частности, усиливается излу-



Проверка аппарата «Спектр-Р» в НПО им. С. А. Лавочкина.



**Джет галактики 3C84.** «Дырка» в струе в реальности заполнена горячей плазмой.

**Горячее пятно** — фронт ударной волны, здесь плазма врывается в облако аккреционного диска.

ние. Это так называемое доплеровское усиление связано со сжатием времени, направленностью и так далее. Эффект релятивистской аберрации. Если бы скорость была медленной, электроны излучали бы во все направления одинаково. А так лучик света собирается в узкий пучок. Причём он направлен туда, куда движется плазма. И второе: в центре струи скорость плазмы выше, чем по бокам. Представьте себе струю, у которой в центре поток движется быстрее, а по краям медленнее. Помните, я сказал, что эта галактика находится близко и мы смотрим на джеты сбоку? Центр движется быстрее и излучает куда-то в сторону, мы его не видим. Бока — медленнее, излучают шире и попадают в поле нашего зрения.

**[КШ] То есть на самом деле этой дырки в центре нет?**

**[ЮК]** Более того, **в центре есть плазма**, более горячая и яркая.

**[КШ] Получается, мы не должны доверять тому, что видим?**

**[ЮК]** Так скажет неквалифицированный юзер. Мы скажем: интерпретация результата может быть неочевидна. И это печальная новость. Возможно, придётся пересматривать громадный объём десятилетних исследований движения плазмы в джетах. Но есть и другие новости. Ещё два результата, которые я считаю «ах!». Первый: измерили ширину основания джета близко к центральной машине. Получили две тысячи радиусов Шварцшильда — это очень широко. Почему важно? Есть два теоретических механизма, объясняющих, как эти струи образуются. Оба связаны с работами **Роджера Блэндфорда**, сделанными десятилетиями лет назад: процесс Блэндфорда — Знаека и процесс Блэндфорда — Пейна. В первом энергия для формирования выброса джета отнимается у самой вращающейся чёрной дыры, а во втором энергию отдаёт аккреционный диск. И во втором случае основание джета должно быть широким — диск ведь тянется очень далеко. Возможно, сейчас мы впервые видим работу механизма Блэндфорда — Пейна. Второй результат: видите, внизу картинке жёлтеньким показано горячее пятно? Никогда такие пятна не видели далеко от центральной машины. А здесь расстояние порядка парсека (три световых года). Мы, конечно, видели с Земли, что там яркость больше обычной, но измерить такую большую температуру смогли только «Радиоастроном».

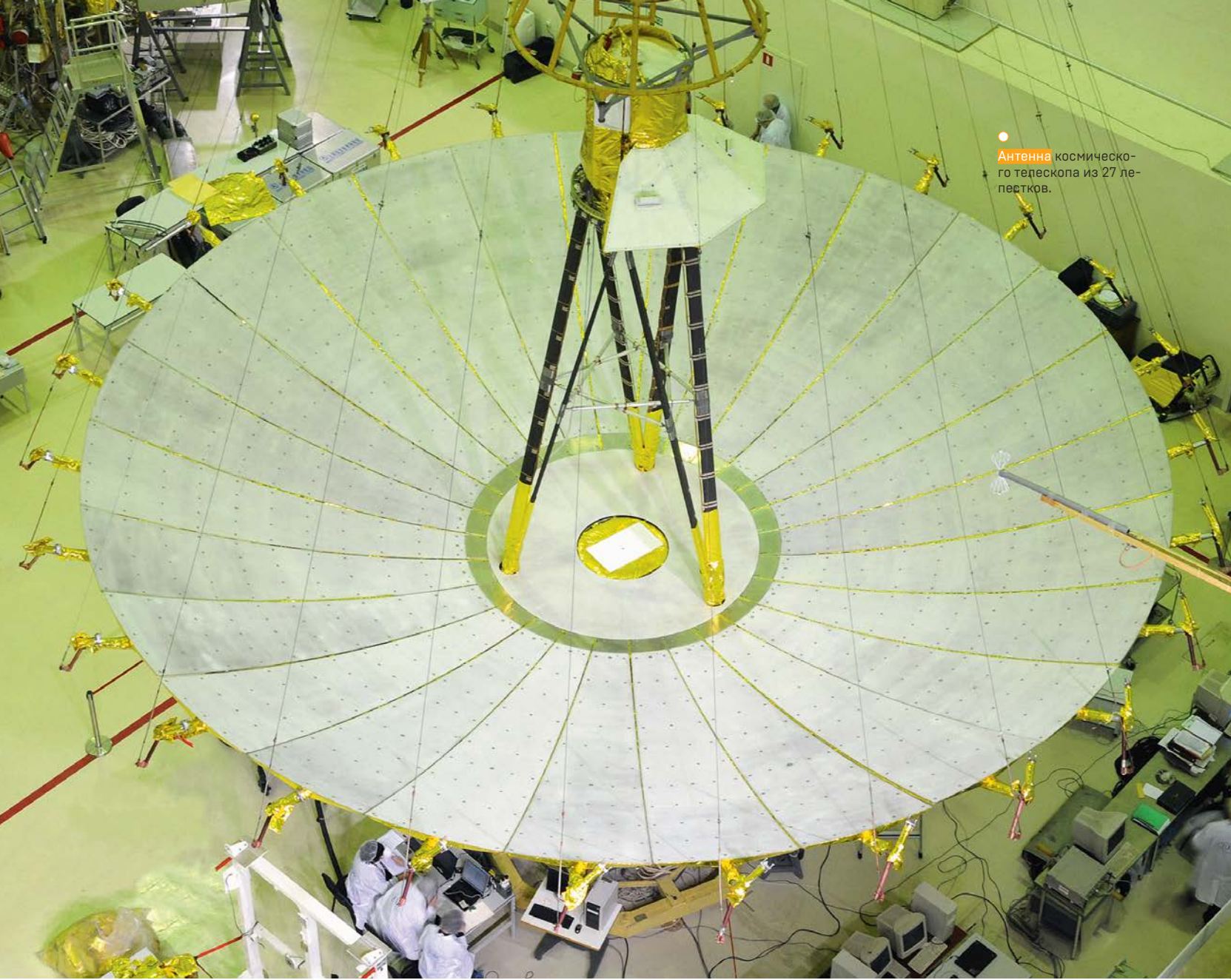


**Роджер Блэндфорд.**

Британский астрофизик. В 1970-е годы теоретически обосновал, как у вращающейся чёрной дыры возникают струйные выбросы вещества. В 2016 году получил за это престижную премию Крауфорда Королевской академии наук Швеции по астрономии.

**[КШ] Что это значит?**

**[ЮК]** Это значит, что мы видим взаимодействие плазмы с окружающими её плотными облаками, которые не являются частью джета. Это ударная волна. Плазма врывается в облака пы-



● Антенна космического телескопа из 27 лепестков.

ли и газа, разогревается и светится так же, как в начале струи.

**[КШ] Что я увижу своими глазами, если вдруг окажусь там?**

**[ЮК]** Вы, несомненно, увидите ядро как шар. Сами облака пыли и газа — нет, они сильно разрежены. Увидите ли вы фронт ударной волны? Не знаю. Может быть. Надо, чтобы ударная волна разогрела плазму до того, чтобы синхротронное излучение протянулось вплоть до оптического диапазона. Эти ударные волны видят для M87 в оптике на «Хаббле».

**[КШ] Вы говорите «плазма», потом «вероятно, электроны». Но мы так и не определили, что в составе этой плазмы. Почему «вероятно»?**

**[ЮК]** Потому что точно это неизвестно. Тут самое время рассказать ещё об одном результате, связанном с изучением активных ядер галактик. Мы делаем большой обзор: наблюдаем пару сотен активных галактик. Измеряем их яркость, температуру в начале струй. Существует предсказание, что если в них излучают релятивистские электроны, то яркость не может быть выше определённого

предела. Там вот что происходит: если электроны оказываются очень горячими, они соударяются со своими собственными фотонами и передают им энергию. «Радиоастрон» не может видеть такие разогретые фотоны: они уходят из радиодиапазона в рентген- или гамма-диапазон. Но результат наблюдений совсем другой! Типичные яркости, которые мы нашли, на порядок превышают теоретически максимальные.

**[КШ] И что бы это значило?**

**[ЮК]** Раз-два-три-четыре-пять вариантов, как это можно объяснить. Первый — вы как раз спрашиваете о составе плазмы: излучают не электроны, а протоны. Протоны в тысячу раз тяжелее, соответственно, они намного медленнее теряют энергию. Проблема в том, что протоны очень тяжело разогнать до релятивистских скоростей. Тяжёлые. Как это сделать, непонятно. Такие же проблемы с другими объяснениями. Нам нужно выяснить, где набрать ещё один порядок величины, чтобы теория соответствовала наблюдениям.

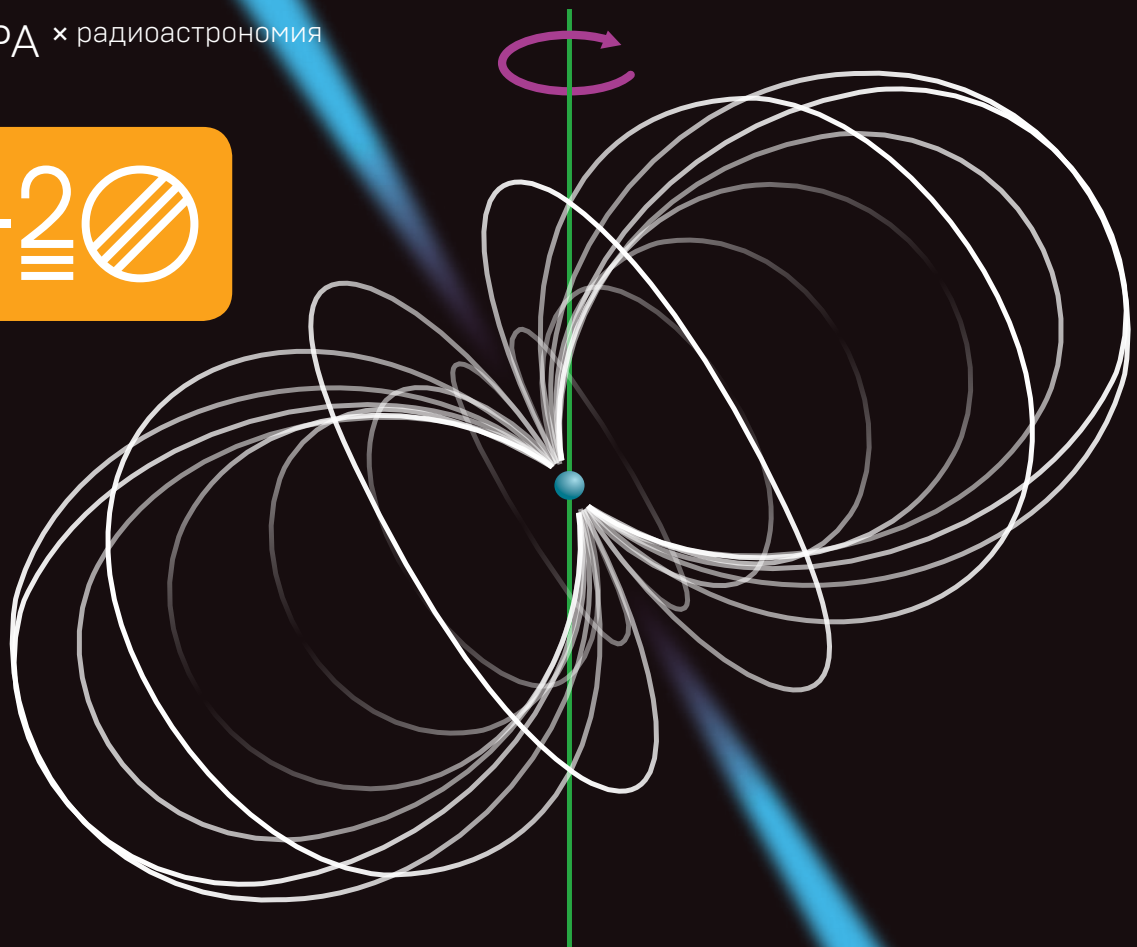
**[КШ] Теоретики сядут и подумают?**

**[ЮК]** Именно этим они сейчас и занимаются.

10-20

**КИЛОМЕТРОВ** — диаметр нейтронной звезды.

Магнитное поле и излучение пульсара.



## Мазеры и пульсары. Доказать космологические теории

Среди задач «Радиоастрона» — исследование **мазеров** и **пульсаров**. Название первых объектов происходит от microwave amplification by stimulated emission of radiation — «усиление микроволн с помощью вынужденного излучения». Очень грубо говоря, это как лазер, только волны у него ближе к тем, что использует наша микроволновка. Сначала мазеры были созданы в лабораториях на Земле (к этому приложили руку советские учёные Александр Прохоров и Николай Басов, за что в 1964 году получили Нобелевскую премию по физике). Позднее выяснилось, что аналогичные источники излучения существуют и в космосе.

Пульсары же — нейтронные звёзды с узкими «прожекторами» источников направленного излучения.

**[ЮК]** Второе направление у «Радиоастрона» — исследование мазеров. Это либо области звездообразования в нашей Галактике, где есть облака пыли и газа, либо мегамазеры — далёкие галактики с аккреционными дисками. И там и там есть вода, её радиоизлучение мы и ловим. По галактикам — шикарная задача! По излучению воды можно измерить скорость, по картинке — расстояние. А если в астрономии можно измерить расстояние, то это сразу выход в космологию. Фактически вы можете исследовать тёмную энергию.

**[КШ]** **Каким образом?**

**[ЮК]** Космологическая модель — то, как расширяется Вселенная. Моделей много, а проверить их можно, измеряя расстояние на больших масштабах. Нужно получить информацию по всей Вселенной. Поэтому для астрономов

нет ничего важнее, чем умение независимо брать расстояния. К сожалению, зеркало нашего телескопа оказалось менее чувствительным на длине волны 1,3 сантиметра из-за градиента температуры по поверхности. Мы думали, что по мегамазерам отработать не сможем. Однако оказалось, что основные задачи всё-таки решать удаётся, номер не дохлый. Посмотрим. Ещё одно направление — пульсары. Это «мёртвые» нейтронные звёзды, которые образовались после взрыва сверхновых. С безумным уровнем давления и магнитных полей. Это прожекторы радиоволн, они вращаются и чиркают по Земле радиолучом: пум-пум-пум. Звёзды размером в 10–20 километров — «Радиоастрон» такую никогда в жизни не разглядит в деталях. Мы видим пульсар как фонарь в тумане.

**[КШ]** **А раньше вы мне говорили, что можно...**

**[ЮК]** Я всегда правду говорю, так жить спокойнее. Не надо помнить, когда и где соврал. Пульсар как таковой разрешить невозможно. Но его изображение рассеивается на межзвёздной плазме как свет фонаря в тумане, вот его-то мы и видим. Есть надежда восстановить изображение. Облака межзвёздной плазмы неоднородные, со сгустками. И каждый сгусток работает как маленькая линзочка, а все вместе — как межзвёздный интерферометр. Можно попробовать его использовать. Когда мы запускались, то не ждали серьёзных результатов по пульсарам. Интерферометр так устроен, что детектирует только компактные сигналы, а всё большое и размытое отфильтровывает. Но результаты были тем самым «ах!». Они всех повергли в безумное удивление: оказалось, мы плохо понимаем,

**Мазеры** — облако молекул воды в космосе, источник радиоизлучения.

## ИЗОБРАЖЕНИЕ ПУЛЬСАРА ДО И ПОСЛЕ РАССЕИВАНИЯ В МЕЖЗВЁЗДНОЙ СРЕДЕ

как работает межзвёздная среда. Потом разобрались: на размытом изображении пульсара появляются компактные пятнышки, с ними можно работать. Если бы не «Радиоастрон», об этом эффекте ещё десятки лет никто бы не знал.

Когда мы увидели это на пульсарах, народ почесал голову и сказал: «Ага! Раз это работает с пульсарами, должно работать и с центром нашей Галактики».

**[КШ] Постойте, Юрий. Нашу чёрную дыру нельзя увидеть из-за облака пыли, это ведь общеизвестно, нет?**

**[ЮК]** Нельзя на волнах длиннее миллиметров. Но можно восстановить информацию, что мы и пытаемся сделать. Компактный объект в центре Галактики астрономы называют Sagittarius A\*, по-русски — «СтрелецА\*». Сначала мы провели эксперимент только с наземными телескопами. И увидели для центра Галактики тот же самый эффект, что «Радиоастрон» открыл для пульсаров. А в сентябре 2015 года провели наблюдение, в котором участвовали космический телескоп, крупнейшие американские, австралийские, корейские и китайские телескопы.

**[КШ] И где эта штука находится?**

**[ЮК]** Мы считаем, что это одиночный экран — самая простая модель; и разместился он где-то посередине между нами и СтрельцомА\*. Далеко от центра.

**[КШ] Что это за экран и что в нём такого важного?**

**[ЮК]** Это турбулентные облака, в которых есть свободные электроны. Сами облака формируются из чего угодно, например из водорода. Важно, чтобы в них свободно летали электрончики, на которых и рассеивается радиоизлучение. Если ваше изображение пропустить через такое облако, вы останетесь как вы, только немножечко размоетесь, на вашей картинке появятся пятнышки. Поскольку вы будете не просто размыты, а размыты таким сложным образом, можно разобраться, как вы размывались. И восстановить исходное изображение. В этом и состоит наша цель — восстановить изображение. Не ваше, конечно, а центра Галактики. Увидеть центр так, как будто ника-

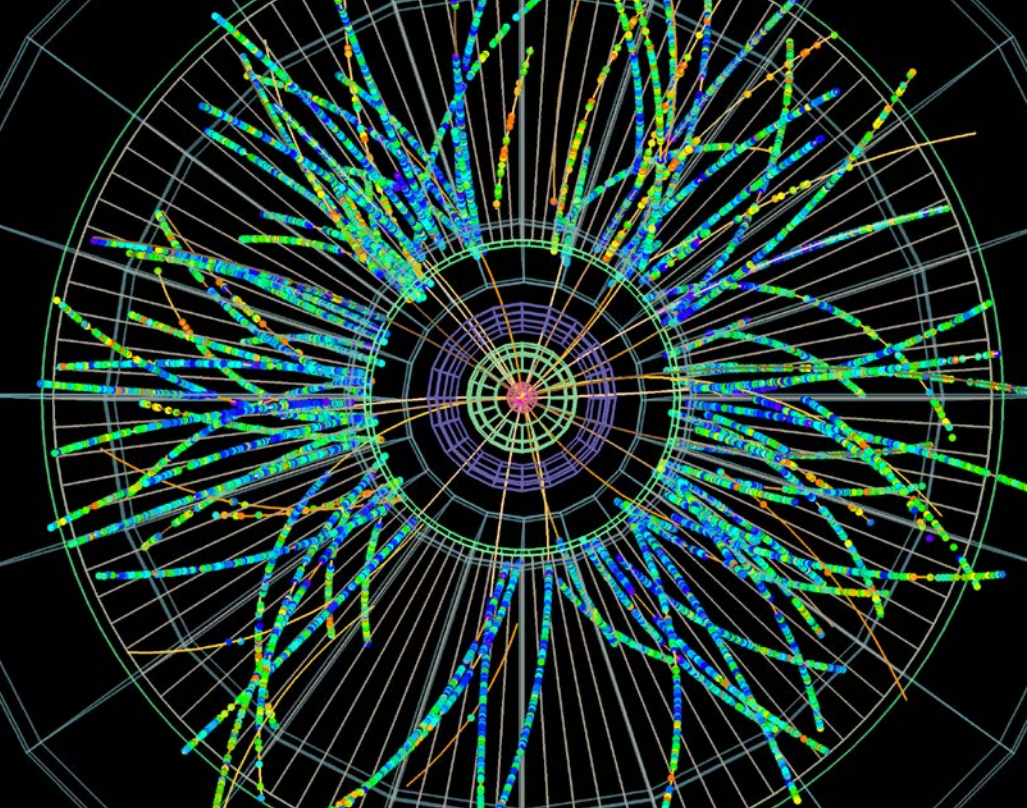
кого облака нет. Складывается дурацкое ощущение, что кто-то специально поехал и распылил там облако размером от Земли до Солнца. Впереди многолетняя работа по его изучению.

**[КШ] Мы перешли к разделу «ваши творческие планы». Сколько времени ещё работать «Радиоастрону»?**

**[ЮК]** Роскосмос продлил проект до конца 2016 года. Есть три варианта. Первый: мы ломаемся раньше, потому что деградация спутника видна. В этом нет ничего плохого, у него гарантийный срок был три года. Надо подчеркнуть, что пока деградация компонентов не влияет на выполнение программы. Потому что всё дублировано. Второй вариант: мы работаем до конца 2016 года. Третий, самый нами ожидаемый: Роскосмос продлит нашу работу за пределы 2016 года. А результаты можно обрабатывать ещё очень долго. Для нашей группы, изучающей активные ядра галактик, я рассчитываю по крайней мере на пять лет весёлого существования. 🐾

« Считаю все рассуждения о свойствах чёрных дыр предварительными. Теория относительности здесь спорит с квантовой физикой, как Эйнштейн с другом Эрвином. По Эйнштейну, в чёрной дыре информация исчезает — её нет, она разрушилась, уйдя под горизонт событий. А мы, квантовые коты, утверждаем, что этого не может быть: это разрушает основы нашего существования. И нас ещё обвиняют в отрицании картезианства!





## Форум ректоров России и Китая состоялся в Москве

Ректоры **90 российских и 80 китайских вузов** обсудили стратегию совместной работы. Один из основных вопросов — повышение конкурентоспособности российских и китайских университетов в мировом образовательном пространстве. В региональных рейтингах в последние годы и те и другие уверенно занимают первые позиции, а вот конкуренции с европейскими и американскими университетами пока не выдерживают. Впрочем, динамика китайских вузов впечатляет.



# Шаг к NICA

// ПОДПИСАНО СОГЛАШЕНИЕ О СТРОИТЕЛЬСТВЕ КОЛЛАЙДЕРА NICA В ДУБНЕ

Правительство России и Объединённый институт ядерных исследований (ОИЯИ) в Дубне подписали официальный документ «о создании и эксплуатации комплекса сверхпроводящих колец на встречных пучках тяжёлых ионов NICA». Проект класса «мегасайнс», один из самых ярких в экспериментальной физике заработает у нас — в России.

Полное название комплекса — **Nuclotron-based Ion Collider fAcility**. Установку многие называют «младшим братом Большого адронного коллайдера». NICA действительно меньше по размерам, но по возможностям в отдельных областях превосходит БАК. Ускоритель, который уже через несколько лет запустят в ОИЯИ, предназначен для столкновения тяжёлых ионов в нужном диапазоне энергий. Главным образом будут использоваться ионы золота — их разгонят почти до скорости света и столкнут друг с другом.

На вопрос, что это даст, физики перечисляют: изучение сверхплотного ядерного вещества, спиновой структуры адронов, прикладные исследования. Но по-настоящему проект впечатляет, когда его авторы говорят: мы воссоздадим условия сотворения Вселенной. Учёные так рассчитали интервал энергий и светимости

коллайдера, что когда он запустится, мы заглянем в прошлое — увидим, что происходило во Вселенной через миллионные доли секунды после Большого взрыва.

И если бозон Хиггса был описан и его оставалось только поймать, то здесь физики не знают наверняка, что увидят, — в изучении сверхплотной материи ещё слишком много белых пятен. Общая же картина такова: после столкновения ионов на огромной скорости температура возрастёт до нескольких триллионов градусов, возникнет кварк-глюонная плазма, из неё образуются протоны и нейтроны, потом ядра и наконец атомы. Будет заново создан мир, в котором мы живём, — детали этого процесса покажет NICA. Фундаментальная наука как она есть.

В подписанном соглашении говорится, что ускоритель в стартовой конфигурации должен быть готов уже в 2019 году. Комплекс будет состоять из трёх крупных блоков: ускорительного, научно-исследовательского и инновационного. В реализации мегапроекта принимают участие 16 российских институтов и организаций, а также 79 институтов из 30 зарубежных стран. Правительство РФ выделяет на проект 8,8 млрд рублей, примерно столько же вкладывают ОИЯИ и другие участники проекта.

## На пятый конкурс мегагрантов подано более 500 заявок



а поддержку правительства РФ претендуют учёные из **45 стран**. Ровно половина заявок поступила от российских исследователей, остальные подали граждане других государств, готовые приехать в Россию и возглавить здесь научные лаборатории.





## Сибирская биотехнологическая инициатива: проект стартовал

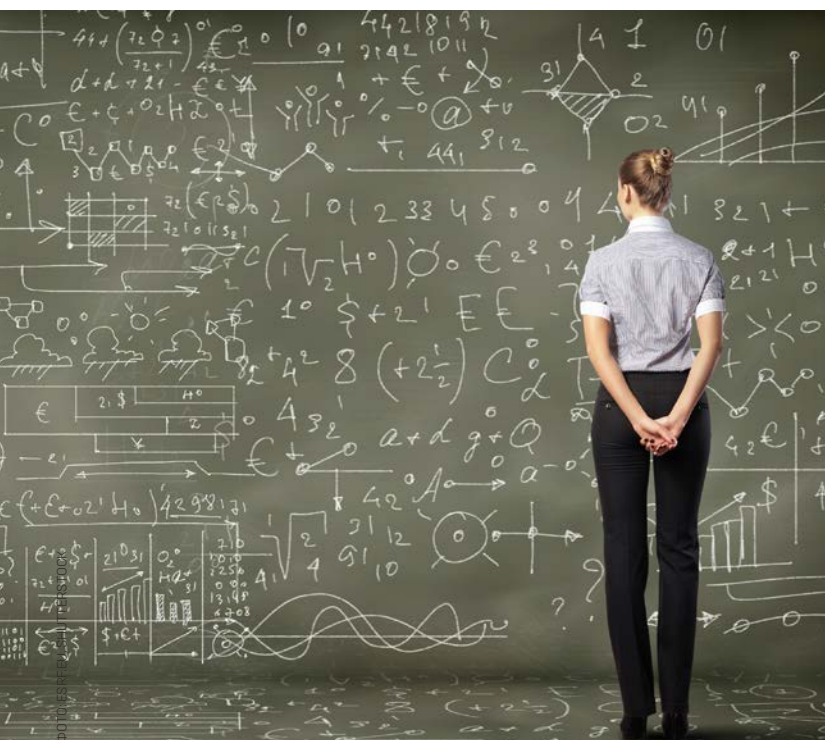
Семь сибирских регионов подписали на форуме «Технопром» в Новосибирске соглашение о запуске совместного проекта по развитию технологий в фармацевтике и сельском хозяйстве. Задача проекта — выстроить цепочку от научной разработки до производства; среди участников не только научные

и образовательные организации, но и промышленные предприятия, инженеринговые центры. Регионы объединили усилия в производстве биотоплива, создании вакцин (например, от ротавируса и ВИЧ), применении биотехнологий для защиты растений и ещё ряде областей.

## Российских исследований на самом мощном синхротроне станет больше

В Европейском центре синхротронного излучения (ESRF) в Гренобле (Франция) работает самый высокоэнергетичный синхротрон в Европе. Установка используется для исследований в сфере нанотехнологий, материаловедения, в фарминдустрии. На 40 экспериментальных

станциях работают учёные из 18 стран. Доля российских исследований составляет сегодня около 6%, но в ближайшее время она вырастет — об этом договорился министр образования и науки России Дмитрий Ливанов на встрече с руководством ESRF.



## Женщины из России оказались самыми изобретательными

Разработки российских участниц IX Международной выставки-форума женщин-изобретателей KIWIE в Корее удостоены золотой и серебряной медалей. Высшую награду получили Ирина Спичак и Мария Пасечникова из Белгородского государственного национального исследовательского университета. Созданная ими программная среда «Виртуальный аптечный консультант» даёт возможность получить достоверную информацию о препаратах, не обращаясь к провизору: сравнить ле-

карства разных производителей, узнать о противопоказаниях и так далее. Серебро у Аминат Тидулаевой из Дагестанской государственной медицинской академии. Её разработка позволяет определить потенциальную эффективность одной из распространённых офтальмологических операций при возрастной близорукости — не прямой реваскуляризации глаза. Простое исследование даёт возможность заранее оценить, будет ли смысл в хирургическом вмешательстве.



# Леса обетованные

Как в судьбе **одного института РАН** отразилась вся история современной **России**



● Лаборатория в ожидании переезда.

■ АННА ТИТОВА    📷 ДАМИР ДАВЛЕТБАЕВ

**Б**ыл у нас в университете профессор философии. Он мало рассказывал про Платона или Кьеркегора, но любил повторять главный, как ему казалось, закон: последовательность, а не одновременность действия! Учёные, работающие в глухой деревушке Борок, что в Ярославской области, похоже, воплотили этот принцип в жизнь. Уже 59 лет они последовательно восстанавливают цепочку эволюции, почти не отвлекаясь на другие задачи и на соблазны большого города.

**М**осковский поезд стоит на ближайшей к Борку станции четыре минуты в неделю: две в среду и две в пятницу. Впрочем, когда-то здесь даже платформы не было: говорят, лаборанты встречали и провожали профессиру со специальной табуреточкой. Борок — временной портал, поворачивающийся то одним, то другим историческим боком. Трогательная елово-берёзовая провинциальность русских имений и величественный размах советской науки. Новейшие технологии молекулярной биологии по соседству с дикими лосями и розенбаумскими утками. А началось всё с Николая Морозова — сына местного помещика и крепостной крестьянки. Всю жизнь его бросало из революционной деятельности в науку и обратно. В 70-х годах XIX века он вместе с народовольцами взялся за пропаганду социализма среди крестьян и подготовку убийства Александра II. Одновременно с этим Морозов успевал помечтать о поприще врача либо учёного, но от великих открытий его всё время отвлекали жандармы. Так он и балансировал между наукой и политикой, пока не оказался в Шлиссель-

бургской крепости, где написал 26 томов за 21 год. Иногда отвлекался на мазурку, с помощью которой лечил ревматизм. После 1905 года Морозов дописывал свои труды уже на свободе. Когда грянула Февральская революция, он по старой привычке сунулся было в политику, но любовь к науке взяла верх. Где-то продолжала вершиться история, но Морозов уже полностью погрузился в исследования. За заслуги перед революцией Ленин вернул ему имение в Борке (так он стал единственным в СССР помещиком). Но большую часть времени Морозов проводил в Ленинграде, где руководил научным институтом, а здесь открыл биологическую станцию.



● Велосипед — один из самых популярных в Борке видов транспорта.

15

## ЛАБОРАТОРИЙ

входит в состав Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. Кроме них есть отдел флота, центр коллективного пользования электронной микроскопии, экспериментальная мастерская.



Доктор биологических наук Людмила Буторина хорошо помнит времена Папанина.



## В кабинете ведущего научного сотрудника ИБВВ РАН Людмилы Буториной висят портреты: **рачок полифем и Папанин в орденах.**

В Великую Отечественную следить за порядком в Борке было некому. В начале 50-х станцию задумали прикрыть, но тут в дело вмешался случай.

...Охотился как-то легендарный исследователь Арктики Иван Папанин в дремучем ярославском лесу на кабана. Сидит, значит, в палатке, пережидает дождь, а тут — раз! Приходит телеграмма из Москвы. Так, мол, и так, Иван Дмитриевич, надо в том лесу одну биостанцию захиревшую проинспектировать: закрывать, не закрывать? Папанин поехал, осмотрелся. Глушь, болота, восемь биологов скучают, да крестьяне беспаспортные окают. — А красивое место!

Так начался Борок.

Через четыре года, в 1956-м, посреди леса уже стоял институт, один из самых крутых мировых центров по изучению экосистем континентальных вод и типичное детище парадоксальной советской действительности: родился волей случая, вырос благодаря сильной личности, встал на ноги вопреки всему.

Сегодня институт напоминает грандиозный, но старый санаторий, чьё былое величие давно померкло от време-

ни и дождей. Узенькие тропинки соединяют старые корпуса с тяжёлыми облупленными дверями на пружинах. Внутри широкие лестницы, стены, увешанные пыльными рукописными плакатами, дисковые телефоны на тумбах. Но Борок совсем не так пуст и запущен, как может показаться на первый взгляд.

### Глава первая. Детство

**// ПЕРВЫЙ ГОД ОТТЕПЕЛИ. УЧЁНЫЕ ВОЗВРАЩАЮТСЯ ИЗ ССЫЛОК И ЛАГЕРЕЙ, ЧЕРЕЗ ШЕСТЬ ЛЕТ ГАГАРИН ПОЛЕТИТ В КОСМОС. ЕЩЁ ЧЕРЕЗ ЧЕТЫРЕ ГОДА НАПЕЧАТАЮТ «ПОНЕДЕЛЬНИК НАЧИНАЕТСЯ В СУББОТУ» СТРУГАЦКИХ. СОВЕТСКИЙ ИНТЕЛЛИГЕНТ ДЫШИТ ПОЛНОЙ ГРУДЬЮ — НАСТУПИЛА ЕГО ЭПОХА.**

В кабинете ведущего научного сотрудника Института биологии внутренних вод РАН Людмилы Буториной висят портреты: рачок полифем и Папанин в орденах. Второй встречается в местных лабораториях чаще, чем Путин в кабинетах поселковых администраций.

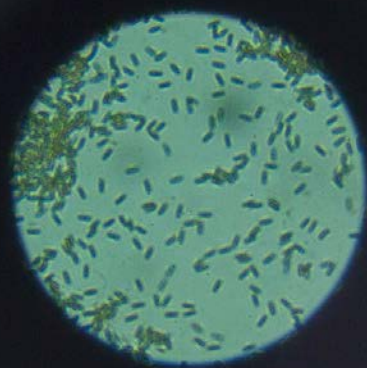
— Характер у них скверный, всё норовят сожрать друг друга, — вздыхает Людмила Григорьевна.

Речь, конечно, о рачках.

Приехав однажды в Борок, чтобы получше изучить зелёные водоросли, она осталась здесь навсегда.

— Я мужу говорила: «Ты с дивана чехол не снимай, запакую и обратно в Москву поедем». Ага, как же. Диван этот здесь и сгнил, — по-девичоночи хохочет Буторина.

Ей 83 года, но разве что по паспорту. В Борке все выглядят молодо — покой и свежий воздух делают своё дело.



Водоросли под микроскопом.

Так выглядят пробы до обработки в лаборатории.

В ИБВВ собрана одна из крупнейших в России коллекций культур живых водорослей.



Она не теряет вкус к мелочам, ведёт хозяйство по-интеллигентски бодро и смотрит немного лукаво, как человек, дочитавший интересную книгу раньше тебя. Он уже знает, что всё закончится хорошо, но тебе ни за что не расскажет.

Буторина — первопроходец Борка.

Она застала времена, когда биологи и экологи по ночам разгружали баржи со стройматериалами, а масло, муку и колбасу завозили прямо на склад: магазинов ещё не было. Но время наступало сильное и счастливое, как расцвет Римской империи: спущен на воду институтский флот, строятся новые дома, закупается самое современное оборудование.

— На субботах мы рыли траншеи для канализации. Как-то вечером после дружеских возлияний кто-то туда свалился да так до утра и просидел. Хорошо жили, как в грузинской деревне. Все друг к другу в гости ходили, общались с интересом и на равных.

Папанин для института делал всё. К нему с просьбой придут, а он: «Подожди, миленький!» И хватался за трубку: «Говорит дважды Герой Советского Союза Иван Папанин. Тут учёные пропадают! Мне для большого дела надо вот это и вот это!»

В 1950-х Папанин собрал в Борке блестящий преподавательский состав. Многих вытащил из лагерей. Его заместителем по научной части стал биолог-ламаркист Борис Кузин, тот самый, кому посвящены строчки Мандельштама: «Я дружбой был, как выстрелом, разбужен». Кузин провёл три года в казахстанском лагере за то, что слышал знаменитое стихотворение и не донёс на автора:

*Мы живём, под собою не чуя страны,  
Наши речи за десять шагов не слышны,  
А где хватит на полразговора,  
Там припомнят кремлёвского горца...*

Одну из лабораторий возглавил гидролог Михаил Фортунатов, осуждённый на десять лет лагерей по делу о «Камчатской автономии». В институте работал Глеб Гончаров, потомок Натальи Гончаровой, жены Пушкина, от второго брака; выдающийся ихтиолог.

Утончённые привычки старой профессуры придавали советскому учреждению особый шарм. Гидробиолог Филарет Мордухай-Болтовской читал лекции о храмах; Борис Кузин писал стихи, брил голову налысо, всегда ходил в бабочке и целовал женщинам ручки. Комсомолки сначала шарахались, а потом привыкли.

Все эти гиганты эпохи превратили институт в уникальное учреждение, куда постоянно приезжали иностранные делегации.

— Однажды Мордухай-Болтовской уехал из Борка преподавать в Москву. Скучал, писал грустные письма: «Жизнь тут распоганая. Все полы пальто мне в троллейбусе пообступали». Я так теперь всем отвечаю, если что не так, — смеётся Людмила Буторина.

С рачком полифемом и своим будущим мужем она познакомилась в Борке. Почти одновременно. И тот и другой — любовь на всю жизнь.

— Рачок достался мне случайно. Надо было в чужой работе кое-что доделать, ну и вот, уже 55 лет доделываю. Она знает про полифема всё: от способов коллективной обороны до любимых цветов.



● Чашки Петри всегда готовы к работе.



○ Подготовка к секвенированию ДНК водоросли.

С **рачком полифемом** и своим **будущим мужем** Людмила Буторина познакомилась в Борке. И тот и другой — любовь на всю жизнь.



● Вечерняя рыбалка.

Когда её дети играли возле пруда, она часами всматривалась в водную гладь, изучая степень плодовитости полифема. Когда засыпала больная scarлатиной дочь, она писала на кухне статью про полифемовские мускулы. Когда понадобились пробы из Петрозаводска, сгребла детей в охапку и села на поезд.

С любимым мужем она была в отпуске лишь однажды. А с рачком объехала полсвета: доклады в Англии и Франции, конференции в Германии и на Барбадосе. Рачок в семье был любим, хотя иногда муж в шутку ворчал: «Ну можно я хотя бы в кровати без твоего полифема полежу?»

В 1988 году директор института Николай Буторин умер от сердечного приступа. Тогда рачок спас Людмилу от отчаяния. Она села и написала докторскую.

Полифем вопреки своему названию ростом не вышел — меньше миллиметра. Но с ним не соскучишься. Новорождённые появляются в водоёме разными путями: наиболее часто от самок-девственниц (партеногенезом) или гамогенетических самок, продолжающих род традиционным для животного мира способом — откладкой оплодотворённых яиц.

В чём-то этот древний организм похож на наш: ест каждые двадцать минут, не спит и плохо переносит одиночество.

Полифем — существо беспозвоночное. Но бесхребетным его не назовёшь.

В большой стае эти рачки всегда объединяются в группы по полу, возрасту и степени голода. Находят жертву, окружают её и ждут, пока один из них не сделает рыбок и не начнёт есть. Тогда остальные отпадают и собирают новую группировку. За сутки рачок преодолевает до тридцати метров. Ну, это как если бы человек ходил по тысяче километров в день.

— Эти ребята — настоящие хищники. Чтобы кто-нибудь мимо проплыл, а они не укусили? Не бывать такому. Плыёт мимо личинка — хватать! Плыёт следующая? Ту бросит и новую хватать! — Буторина эффектно изображает полифема-охотника.

— А полезные свойства у него есть? — придираюсь я.

— Ну есть, — без особого интереса констатирует моя собеседница, — его можно использовать для оценки качества воды в пруду или озере. Это видно по дыханию, потом в грязной воде они не создают стаи, да и строение ног меняется... Я про это как-то раз в Лондоне рассказала, и всё, — отмахивается она от приземлённого.

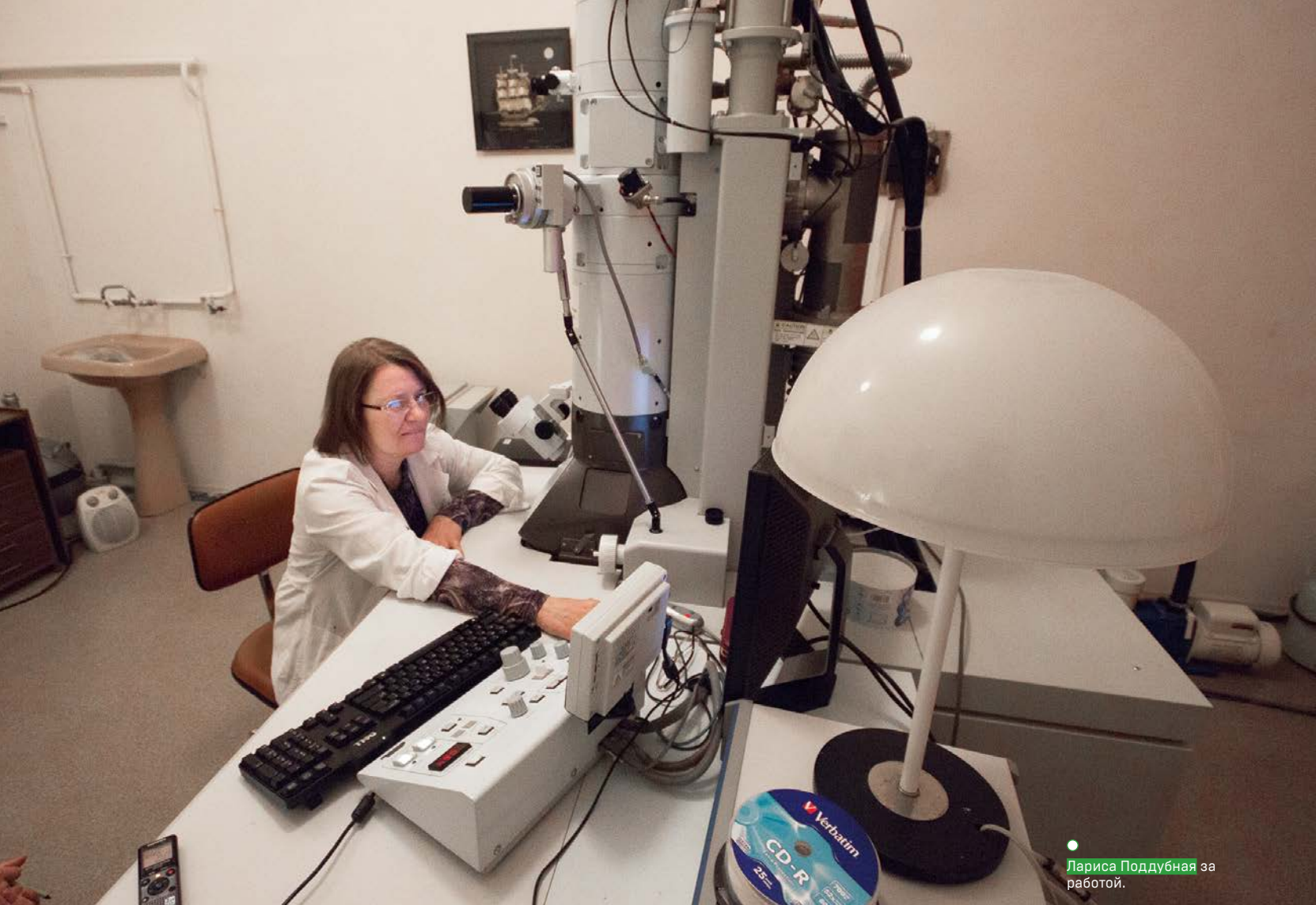
Заслуги полифема перед человечеством мало интересуют Буторину. Просто маленький рачок достоин исследовательской любви, как любое другое звено эволюционной цепочки.

— Зрение у него интересное! Самцы видят плохо, а вот самки-девственницы — до десяти сантиметров вокруг, лучше всех. Этим всё надо знать: кто, куда, зачем. Любопытные дамочки!

В своём доме с роскошным садом Людмила Буторина живёт одна, описывает американцам по электронной почте жизнь-бытьё полифема в далёком озере Мичиган и очень ждёт новые экземпляры из Японии.

— Работы ещё очень много, а жизнь кончается, — неуверенно улыбается Буторина. Завтра с утра она снова строит микроскоп, чтобы в тысячный раз посмотреть на своего героя.

И пусть весь мир подождёт.



Лариса Поддубная за работой.

## Глава вторая. Совершеннолетие

**// 1970–80-е. В НАУКЕ ПРАВЯТ БАЛ ФИЗИКИ-ЯДЕРЩИКИ. СПУЩЕНЫ НА ВОДУ АТОМНЫЕ ПОДВОДНЫЕ ЛОДКИ, ВПК СЪЕДАЕТ ЛЬВИНУЮ ДОЛЮ ВВП И ДОСТИГАЕТ ПИКА СВОЕЙ МОЩИ. СОЛЖЕНИЦЫН УЖЕ ВЫСЛАН ИЗ СССР. ВРЕМЯ КАК БУДТО ОСТАНОВИЛОСЬ.**

— Сам-то рыбу всегда лучше вскрыешь, — философски замечает ведущий научный сотрудник лаборатории экологической паразитологии Лариса Поддубная. — Ездил я как-то в норвежский Берген, чтобы с помощью глубоководного трала добыть со дна Северного моря древних цельноголовых рыб (химер), в спиральном клапане которых обитают загадочные паразитические плоские черви, гирокотилиды. Вскрываешь полость, а по всему телу такие светленькие лапотушечки диаметром пять миллиметров.

Уже больше 35 лет Лариса Поддубная помогает этим малосимпатичным тварям восстанавливать своё семейное древо:

— Теперь мы их изучаем с использованием новых методов электронной сканирующей и трансмиссионной микроскопии. Раньше же классификация животных строилась на основе признаков, определяемых посредством одной только световой микроскопии. Современные методы позволяют переосмыслить сложившиеся представления об эволюционном становлении плоских червей. Это значит, например, что для большой семьи всё тех же

плоских червей появляются новые данные о том, кому какой родственник. Родословную приходится переписывать.

— Как паразитические черви произошли от свободноживущих?

— Чтобы в этом разобраться, я, например, изучаю древнейших моногеней и тех же цельноголовых химер. Кстати, результаты новейшей молекулярной экспертизы цельноголовых рыб свидетельствуют, что они появились около 400 миллионов лет назад и с того времени почти не изменились.

— Что же такое можно увидеть в микроскопе, чтобы сразу сказать: ого, а этот-то червь — брат вон того?

— А я вам сейчас покажу. Видите вот здесь шипы?

Под микроскопом они выглядят как достойное оружие против Чужих, Хищников и прочих врагов нашей планеты.

— Они точно такие же, как у трематод — другого класса паразитических червей. Такие признаки могут свидетельствовать о сестринской связи между группами.

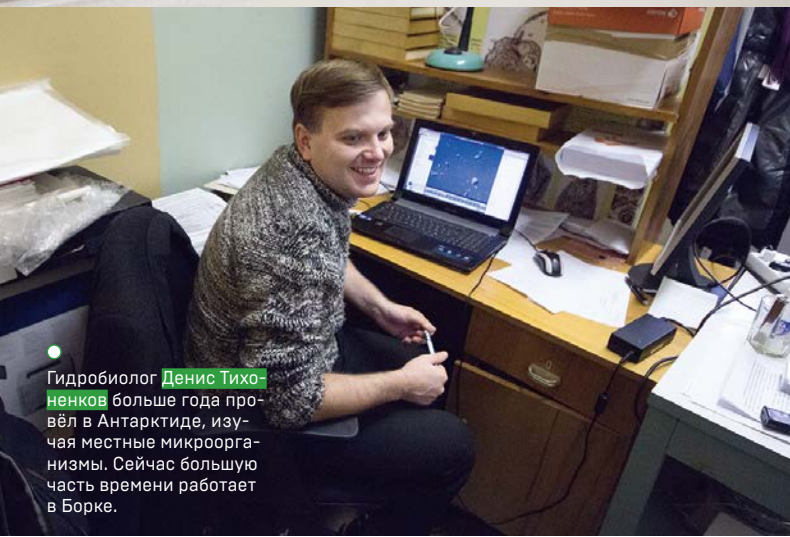
— Вы можете вспомнить самый яркий эпизод в вашей практике?

— Гирокотилиды! Впервые я увидела их в Чехии, — взволнованно вспоминает Лариса Поддубная первое свидание с новым червём. — Коллеги их добыли, а я умоляла: «Ой, дайте мне!» Это очень интересные черви, я их потом восемь лет вот с такими глазами изучала.

Постичь любовь Буториной и Поддубной к своим подо-



Пробы **водорослей** из разных экспедиций.



Гидробиолог **Денис Тихонков** больше года провёл в Антарктиде, изучая местные микроорганизмы. Сейчас большую часть времени работает в Борке.

Под **микроскопом** эти шипы выглядят как достойное оружие против Чужих, Хищников и прочих врагов нашей планеты.



печным обычной логикой нельзя. Тут скорее как в довла- товском анекдоте про грузина и шашлык: «Да потому, что он мне нравится!»

— Вы путешествуете просто так, для себя?

— Путешествую для себя, да, безусловно! Но больше как- то по работе...

Лариса Поддубная застала Борок на сломе эпох. Когда она приехала в 1978 году, ещё был жив Папанин. Один раз он вернулся в Борок с мешком ондатровых шапок — «для борковских, самых красивых, жён». В магазине продавали оленину и лосятину, а на главной улице высились берёзы и цвели яблони. Это потом их срубили, чтобы не упали на дома. Она жила в гостинице, участвовала в капустниках и думала, что скоро уедет, но лес околдовал и её.

— Тут очень хорошо, атмосфера к творчеству располагает. Опять же трамвай тебя не задавит, если на улице заду- маешься, — блаженствует Поддубная.

А потом настало время перемен. Сначала они гремели где-то далеко, в Москве, так что здесь, на острове счастли- вой науки, никто даже не оторвался от микроскопа. Это потом исчезли продукты из магазинов, а за ними и зарплата. Тогда учёные завели огороды.

— Называлось это у нас «дураково поле». А я до этого и лопату-то в руках не держала никогда. Но ничего, даже красиво иногда получалось, — рассеянно вспоминает Под- дубная. — Сейчас в Борке, конечно, многое меняется. Мо- лодые ребята общаются друг с другом меньше: нет вре- мени. Даже чтобы тебя просто пригласили на конферен- цию, нужно показать себя как уверенного специалиста. А вообще всё нормально у нас.

Лариса Поддубная прощается со мной и выводит на экран кровососущую моногенею, увеличенную в пятьсот раз.

### Глава третья. Зрелость

**// 1994 ГОД. БОРКУ ИСПОЛНИЛОСЬ 38, А СТРАНА, В КОТОРОЙ ОН ПОЯВИЛСЯ НА СВЕТ, УЖЕ ТРИ ГОДА КАК ИСЧЕЗЛА. ДЕНЕГ НЕТ, НАУКА РАЗВАЛЕНА, ЕСТЬ НЕЧЕГО. РАССТАВИШИСЬ С КАФЕДРАМИ, НАУЧНЫЕ СОТРУДНИКИ УХОДЯТ В ЧЕЛНОКИ И ДАЛЬНОБОЙЩИКИ. МОЗГИ ПОТЕКЛИ НА ЗАПАД.**

На канал мягко опускаются сумерки. На том бере- гу женщины с серьёзными неподвижными лицами удят рыбу. Иногда из кустов невидимый охотник па- лит из ружья по упитанным уткам. Холодно и тихо. Ред- кий момент мечтательного единения с природой.

— Это ива ломкая самостригущаяся?

— Дихотомически так растут...

— Может быть мутация мужского клона.

Стайка ботаников шепчется вокруг тоненьких, будто про- рисованных тушью, деревьев. Заведующий лаборатори- ей систематики и географии водных растений Александр Бобров проводит экскурсию по окрестностям Борка для гостей международной конференции.

— Когда зимой пруд покроется льдом, нам будет настоя- щее счастье.

— И что вы тогда будете изучать?

— Да ничего, достанем коньки и начнём покатушки, — улыбается в бороду Александр.

Он из тех людей, что плохо вписываются в офисные инте- рьеры, а в лесу выглядят частью пейзажа.

— Вот эти деревья подточили бобры, — похлопывает он ладонью по стволу. — Судя по следам, ещё сегодня утром.



Вообще, природа здесь восстанавливается. Деревни вымирают, лоси и медведи возвращаются.

— Наверное, охотников много?

— Есть, конечно, — кивает Александр. — Тут ведь либо свихнёшься, либо сопьёшься. Городских радостей никаких, надо себя как-то развлекать. Все массово встают на лыжи и коньки.

Александр ботаник. Учёных его возраста в Борке немного. Он приехал сюда после университета в самые смутные времена — в девяностые.

— Мы поколение последних, ещё советских учёных.

— И оно отличается от нынешнего?

— Да, образ учёного как романтика с гитарой уходит из науки. Время голых энтузиастов прошло. Сейчас учёными стремятся стать дети из интеллигентных обеспеченных семей, чьи родители понимают, что это путь к хорошей карьере и развитию. И ребята работают с 9 до 23. Нужно разбираться с правилами, писать заявки, переводить статьи. Постоянно куда-то ездить и общаться с коллегами. Грантовая система — штука трудоёмкая.

— Поэтому большинство исследований заточены под практический результат?

— Ну, от прикладных исследований фундаментальная наука никак не страдает. С современными технологиями процесс становится интенсивнее. То, что раньше можно было узнать, лишь годами наблюдая организм в микроскоп, теперь можно определить очень быстро, просто секвенировав ДНК.

## Глава четвёртая. Новая молодость?

// 2002 ГОД. ПОДОШЛО К КОНЦУ ПЕРВОЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ РОССИЙСКОГО КАПИТАЛИЗМА. В МОДЕ ЕВРОПЕИЗМ (ВПРОЧЕМ, НЕНАДОЛГО) И МОДЕРНИЗАЦИЯ.

ВОЗВРАЩАЕТСЯ НАУКА. ПРАВДА, НЕ ТА, ЧТО ПРЕЖДЕ. ДЕНЬГИ ДАЮТ СТРОГО ОПЦИОНАЛЬНО — ПО ГРАНТАМ И НА ВНЯТНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ.

Человеку в гибридной кепке-ушанке некогда смотреть по сторонам. Он не прогуливается между ёлок — он торопится в лабораторию и размышляет о делах, коих у него множество. Через час презентация научного доклада. Надо успеть раздать задания лаборантам, ответить коллегам из Канады и угостить меня чаем. Я пытаюсь догнать Максима Куликовского хотя бы на этой узенькой тропинке.

— Такой микроскоп стоит полтора миллиона — можно купить квартиру в Борке, — небрежно бросает Максим, бегло демонстрируя свои владения.

«Молодёжь» — так, с лаской в голосе, здесь называют сотрудников нулевых. Они все как на подбор обстоятельные, рассудительные и сдержанные. Служат делу эволюции и держат себя особенно строго. Максиму нет ещё и тридцати пяти, зато есть несколько миллионных грантов на исследования водорослей. Часть этих денег он и его коллеги тратят на обустройство современных лабораторий. Потихоньку сдирают старый линолеум, выставляют в коридор разошедшие стеллажи и бюсты Ленина. Мы беседуем с Максимом и его коллегой Евгением на пятачке победившего ремонта в окружении редких книг по классификации водорослей.

— Вам в терминах или попроще?

— Давайте попроще.

— Смотрите, фундаментальное — это мы нашли организм

25

### ЛЕТ

провёл в царской тюрьме Николай Морозов. За это время он ухитрился выучить одиннадцать языков и написать множество работ по химии, физике, математике, астрономии и другим наукам. После освобождения он основал в Борке биостанцию, с которой начался этот самый научный посёлок в мире.



Корпуса института связывают тропинки.



Коллекция биологических проб.

и идентифицировали его. Наши результаты используются при построении классификации организмов, их характеристик. Теперь практическое: а как узнать, что эта водоросль полезная, почему надо выращивать именно её? Биохимический состав изучается давно, некоторые представления о том, какие группы химических соединений и как действуют, имеются. Так что, с одной стороны, у нас есть заказ на конкретное соединение, а с другой — на поиск определённого вещества в уже известной группе химических соединений, продуцируемых данным организмом.

Водоросли имеют огромное практическое применение, особенно в фармацевтике. Кроме того, сейчас активно развивается аквакультура. Например, выращивают креветок в промышленном масштабе. Но на ранних стадиях, когда личинки ещё в инкубаторе, их смертность может достигать 50%. Чтобы выживать и быстро расти, им нужно хорошо питаться. Поэтому производитель заинтересован в качественном корме, а его можно производить из диатомовых водорослей.

Максиму и Евгению пора бежать на конференцию — слушать доклад турецких коллег.

Зачем это нужно?

**Водоросли** имеют огромное практическое применение, особенно в фармацевтике.



Александр Бобров из лаборатории систематики и географии водных растений рассказывает про местную флору и фауну.



Максим Куликовский, ведущий научный сотрудник ИБВВ. Предмет его страсти — диатомовые водоросли.

— Пойдёмте с нами, посмотрите на иностранцев, они сюда очень любят приезжать. Здесь же спокойно поработать можно. Ни метро тебе, ни театров.

В 1950-е первые группы московских студентов Папанин заманивал в Борок невозможной в СССР двойной пропиской. Сейчас из столиц сюда приезжают работать редко. Молодые специалисты — это главным образом выпускники провинциальных вузов, часто педагогических. Приезжают из Ярославля, Владимира, Пензы. И делают серьёзную научную карьеру. Как, например, Денис Тихоненков. Он изучает гетеротрофных жгутиконосцев. Несколько лет работал в местной сельской школе, преподавая химию и физкультуру.

— Легко ли исследователю переключаться с одного вида простейших на другой? Они вообще похожи между собой?

— Простейших несколько сот тысяч видов. Они очень разные и, по существу, неродственны друг другу. Смотрите: это простейшее вот от этого по ДНК, строению клетки отличается в десять раз больше, чем я, например, от жабы.

— А с виду они похожи.

— Да, но не всё так просто. Вот это простейшее — предок многоклеточных животных, например лошади и нас с вами. А эта ветвь дала начало бурым водорослям. Они существуют в своём мире, но разделились на свободноживущих, которые питаются бактериями, и паразитов, в том числе человеческих.

— Получается, всё время можно находить новые организмы?

— В нашем случае да. Это новый вид слона найти сложно. Они большие, и их издали видно. Новое простейшее найти сравнительно легко. Да и история их изучения не столь давняя — началась с конструирования Левенгуком микроскопа в конце XVII века. Мне больше нравится изучать именно эти организмы.

— Почему?

— В капле воды целый мир! За сломом всю жизнь следить надо. А здесь проще: набрал проб, посмотрел в микроскоп, и уже можно какие-то выводы сделать. Одна клетка живёт несколько дней, и можно проследить смену поколений — как они адаптируются к разным факторам среды. То есть гораздо быстрее можно что-то понять на большом количестве особей.

— С эволюционной составляющей более или менее понятно, а как обстоят дела с практическим применением?

— Ну, например, мы занимаемся предками малярийных паразитов. От малярии людей умирает больше, чем от СПИДа. В тропических странах это проблема, очень важно понять, как эти смертоносные паразиты — самая совершенная машина для убийств — появились в цепочке эволюции. А произошли они от свободноживущих мирных предков.

Кроме того, простейшие, будучи первичным звеном — они и сами потребляют бактерии, и служат пищей для более крупных простейших, — играют важную роль в экосистемах и нужны для очищения водоёмов.

У Дениса на столе лежат игральные карты. Правда, это не классическая колода, спутница скучающих пассажиров. Вместо мастей и королей со свитой — разные виды простейших. Какой-то энтузиаст выпустил ограниченную партию, специально для одной конференции.

— Как вы проводите свободное время?

— Да я как-то больше работаю.  
 — Неужели работы настолько много?  
 — Ну, например, полевой сезон суммарно длится один месяц. Больше всего времени уходит на обработку проб: микроскопия, изучение ДНК — короче, лабораторная работа. Оставшиеся полгода — осмысление результатов, написание статей.  
 — А с коллегами много общаетесь?  
 — Конечно. Мы чай в лаборатории пьём. Два раза в день. Кафешек в Борке нет, поэтому мы идём в столовую. Её тоже построил Папанин, и с тех пор в ней ничего не изменилось. Та же тяжёлая дверь на пружине, то же рукописное меню. Пюре с горошком: 27 руб. 50 коп., котлета по-киевски: 52 руб. 30 коп.  
 На раздаче суетятся румяные женщины из посёлка. Греют, солят блюда для учёных. Перекидываются с профессорской уютными фразами о погоде, о чём-то смеются. А очередь никому не спешит, словно обедает дома.  
 Максим Куликовский, задумавшись, молча доедает борщ и тут же исчезает. Только шапка в окне мелькнула. Лариса Поддубная до столовой не дошла, осталась у микроскопа, но очень советовала попробовать сырники. Людмила Буторина обычно готовит дома, но сегодня зашла за сладким для гостей.  
 Тут же буфет. Предлагает пирожное «Школьное» и коньяк. Есть чипсы и сникерсы, но их, кажется, никто не берёт. У витрины несколько посетителей в комбинезонах, высоких сапогах и шапках. Ручаюсь, вы не сможете с ходу опре-

делить, кто из них кандидат наук, а кто тракторист. Оба вернулись из леса. Один собирал пробы, другой стрелял уток.

— Это наш местный бар, — шутит Александр Бобров. — За его спиной толпятся раскрасневшиеся на холоде ботаники.

Замёрзшие руки передают напитки. Турки и девушки отогреваются чаем, вечно весёлый японец решил попробовать водку. Идёт неторопливый разговор о вегетирующих лютиках, то и дело соскальзывающий на грибы и домашние заготовки.

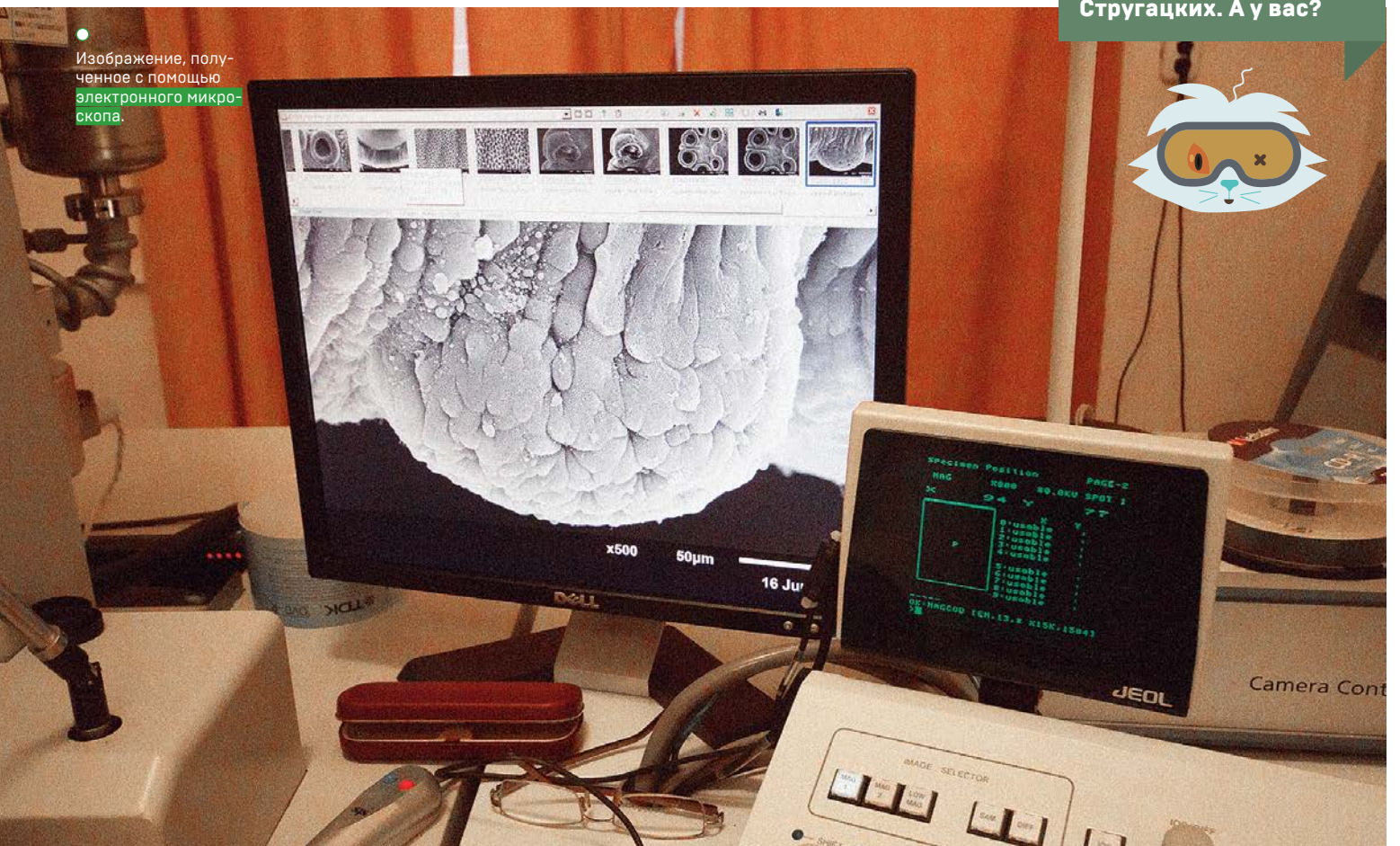
Кажется, ещё чуть-чуть, и кто-то затянет песню, но ботаники вежливо раскланиваются и разбредаются по тёмным тропинкам в свои гостиницы.

Борк по-курортному безмятежен. Даже большая вода здесь есть. Прямо за лесом Рыбинское водохранилище и Волга. Река, в своей законной силе, добирается до самых деревьев и могла бы запросто скрыть всех нас под водой, но сейчас отступила и открыла лесу беззащитное дно. Под ногами проседает мёрзлый камыш, а где-то впереди скользит едва различимый белый корабль. 🐾

“ Может, это покажется банальным, но у меня возникают ассоциации с НИИЧАВО братьев Стругацких. А у вас?”



Изображение, полученное с помощью электронного микроскопа.





## Хищник против дрона

Полиция Нидерландов решила задействовать орлов для ловли **нелегальных дронов**. Прошедшая обучение птица хватает летательный аппарат в воздухе и относит в «гнездо», как и велит инстинкт хищника. Инициатива голландцев набирает популярность — например, королевская семья Испании хочет использовать орлов для патрулирования неба над своей резиденцией.

ФОТО: AFP/EASTNEWS



# диктатура будущего

Мечты  
Прогресс  
Футурология  
Проекты  
Прогнозы  
Эволюция  
Утопии  
Ожидания  
Тренды



# «Такое ощущение, что ты в центре событий»

// ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ ДЕЛАЕТ ЖУРНАЛИСТИКУ БОЛЕЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ И ЧЕЛОВЕЧНОЙ



**Нонни де ла Пенья**, журналистка специализирующаяся на разработке и использовании инструментов виртуальной реальности в массовой медиа.

«Я работала в прессе. Работала в документальном кино. Работала на радио. Всю свою журналистскую жизнь я пыталась найти способ рассказать о событиях так, чтобы вызвать у людей отклик. Но только столкнувшись с виртуальной реальностью, я увидела по-настоящему живую, подлинную реакцию, которая меня совершенно потрясла.

VR, или **виртуальная реальность**, позволяет поместить вас в самый центр событий. В очках, отслеживающих направление взгляда, у вас создаётся впечатление погружения, как если бы вы находились на месте происшествия.

Примерно пять лет назад я начала продвигать идею объединения журналистики с виртуальной реальностью. Я собиралась сделать сюжет о голоде. Семьи в Америке голодают, продовольственные фонды не справляются, людям часто не хватает продуктов. Я понимала, что не смогу заставить зрителей почувствовать голод, но хотя бы некое физическое ощущение...

Тогда, пять лет назад, применение технологий виртуальной реальности в журналистике считалось полусумасшедшей идеей, и средств мне не выделили. Многие коллеги надо мной просто смеялись. А мы ходили по продовольственным фондам, записывали звук и фотографировали — пока однажды не стали свидетелями эмоционально нагруженной сцены, которая могла передать то, что там творится. Женщина на раздаче, обслуживающая длинную очередь, перестала справляться и начала кричать: «Слишком много людей!» И тут у мужчины-диабетика, не получившего вовремя еду, резко снизился сахар в крови, и он впал в кому. Мы создали первый **VR-ролик** — «Голод», в котором попытались воссоздать атмосферу и события момента как можно точнее.

При просмотре ролика возникает ощущение, будто вы там, среди этих людей, а человек в коме лежит прямо у ваших ног. И хотя боковым зрением вы видите, что находитесь в лаборатории, всё равно стараетесь не наступить на человека, которого там нет: виртуальная сцена воспринимается как реальная. Люди плакали, опускались на пол, пытались помочь упавшему в припадке, шепнуть что-то ему на

ухо, успокоить. Многие, уходя, говорили: «О боже, это было ужасно. Я ничем не мог ему помочь».

А декан киношколы при Университете Южной Калифорнии, сняв очки после просмотра, тут же на месте заказал нам сюжет о Сирии. Для записи материала в лагере беженцев я отправила команду на границу с Ираком, где орудует ИГИЛ (запрещённая в России террористическая организация. — «КШ»), — там мы воссоздали уличную сцену, в которой слышно, как поёт девочка, а затем разрывается бомба. Когда вы там — слышите эти звуки, видите вокруг себя раненых, — становится по-настоящему страшно. Война кажется далёкой, пока вы сами не испытаете её ужасы. «Такое ощущение, что ты в центре событий, которые обычно видишь только в новостях по телевизору», — признавались зрители.

Мы следуем тем же принципам честной журналистики, что и всегда. Но возможность передать ощущение присутствия на месте событий, наблюдаете ли вы за припадком изголодавшегося человека или оказываетесь посреди бомбёжки, несомненно, означает появление новой формы журналистики».

Из выступления на конференции TED

# Роботы, вперёд!

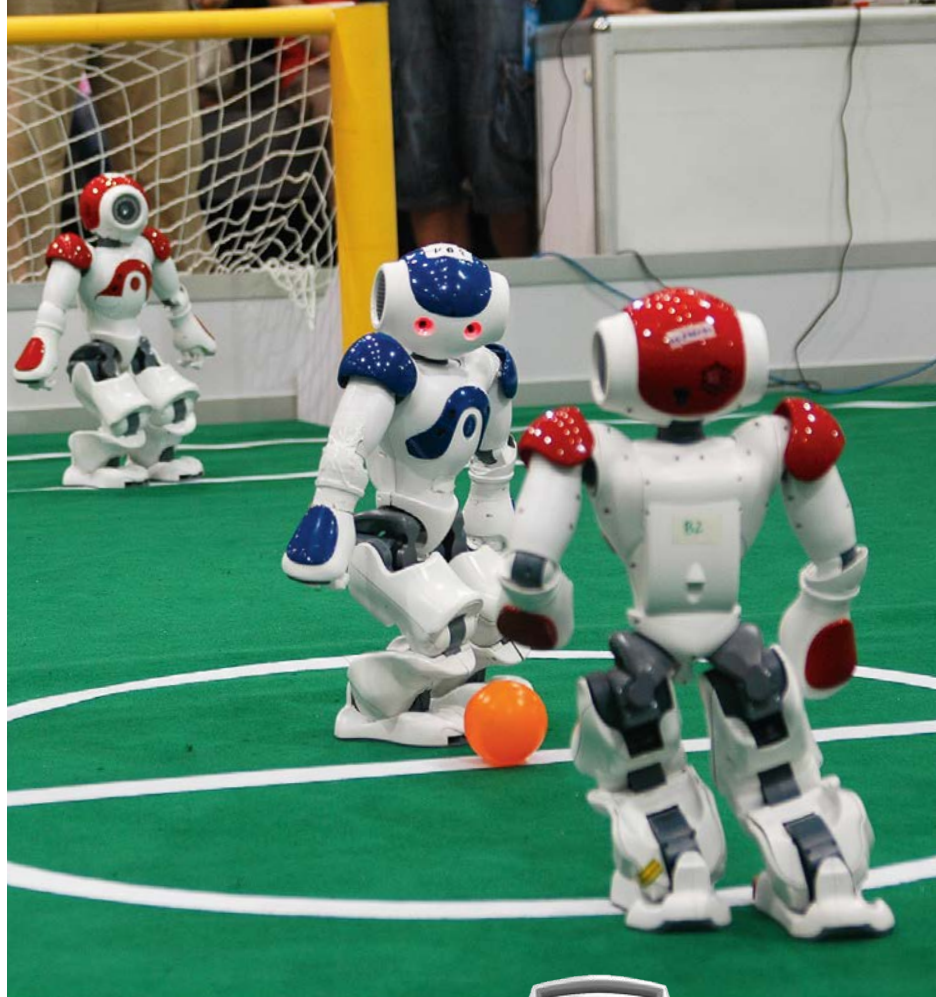
// ТОМСКИЕ АНДРОИДЫ-ФУТБОЛИСТЫ ВЫШЛИ В ФИНАЛ МИРОВОГО ЧЕМПИОНАТА

В июне-июле в Лейпциге проходила финальная серия матчей чемпионата мира по футболу среди роботов — **RoboCup-2016**.

В категории человекоподобных роботов высотой до 90 см после квалификационных матчей в финал вышли 24 команды из 13 стран, в том числе команда **Photon** Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.

Каждая команда состоит из вратаря и трёх игроков, бегающих по полю размером 9 × 6 м с искусственным травяным покрытием (высота ворса 3 мм). Мяч у андроидов, как и поле, меньше человеческого — диаметром 13 см и весом 150 г. Матч тоже покороче: два тайма по десять минут. Роботы должны быть полностью автономными, уметь самостоятельно подниматься при падении — правда, во время игры можно провести две замены.

Но все эти «игрушечные» правила будут актуальны лишь до поры до времени. К середине века, согласно прогнозу организаторов соревнований, команда андроидов разгромит сборную Homo sapiens, состоящую из лучших игроков человечества.



# \$7200 000 000 —

такова сумма ущерба, который, по оценкам экспертов Национальной ассоциации рекламодателей (ANA) и компании White Ops, принесёт в 2016 году рекламным компаниям деятельность интернет-ботов, выдающих себя за людей. Для сравнения: в 2015-м создатели рекламы потеряли 6,3 млрд долларов. Эти программы с помощью заражённых компьютеров создают искусственный трафик, имитируя пользовательскую активность в Сети, в том числе просматривая рекламные объявления. В результате затраты на рекламу не окупаются, потому что она не доходит до нас. Что, в общем-то, не так уж и плохо.



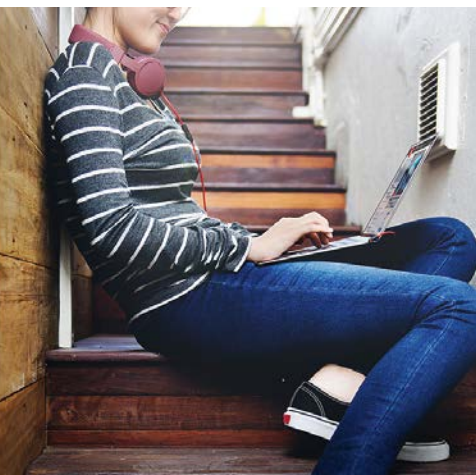
## Оцифрованная магистратура

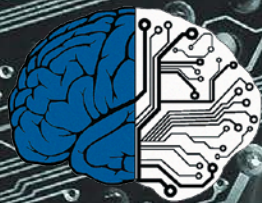
// КАК ПОЛУЧИТЬ ДИПЛОМ, НЕ ВСТАВАЯ С ДИВАНА

Проект Coursera — это тысячи учебных курсов, подготовленных самыми известными университетами мира. До сих пор онлайн-образование рассматривалось лишь как дополнение к традиционному, но теперь Coursera даёт возможность получить не только знания, но и официальный магистерский диплом, не отходя от монито-

ра. Пока, правда, лишь по одной специальности, зато самой модной — «анализ больших данных» (в Университете Иллинойса). Coursera делит магистерскую программу на две части. Вначале студенты пробуют свои силы на отдельных бесплатных курсах, а при желании переходят на полноценную программу, контролируруемую

университетом, — но уже за 20 000 долларов. Предложение Coursera кажется не таким уж соблазнительным, тем не менее этот путь получения диплома уже сейчас гораздо дешевле других, существующих в США. А главное — сделан ещё один принципиальный шаг к тому, чтобы онлайн-университеты давали полноценное образование.





# Хакнуть

Burtsev, Michail  
004  
\*01.01.1970, M, 41Y  
STUDY 1  
28.10.2011  
16:24:10  
1000 INMA 1 / 1

HR

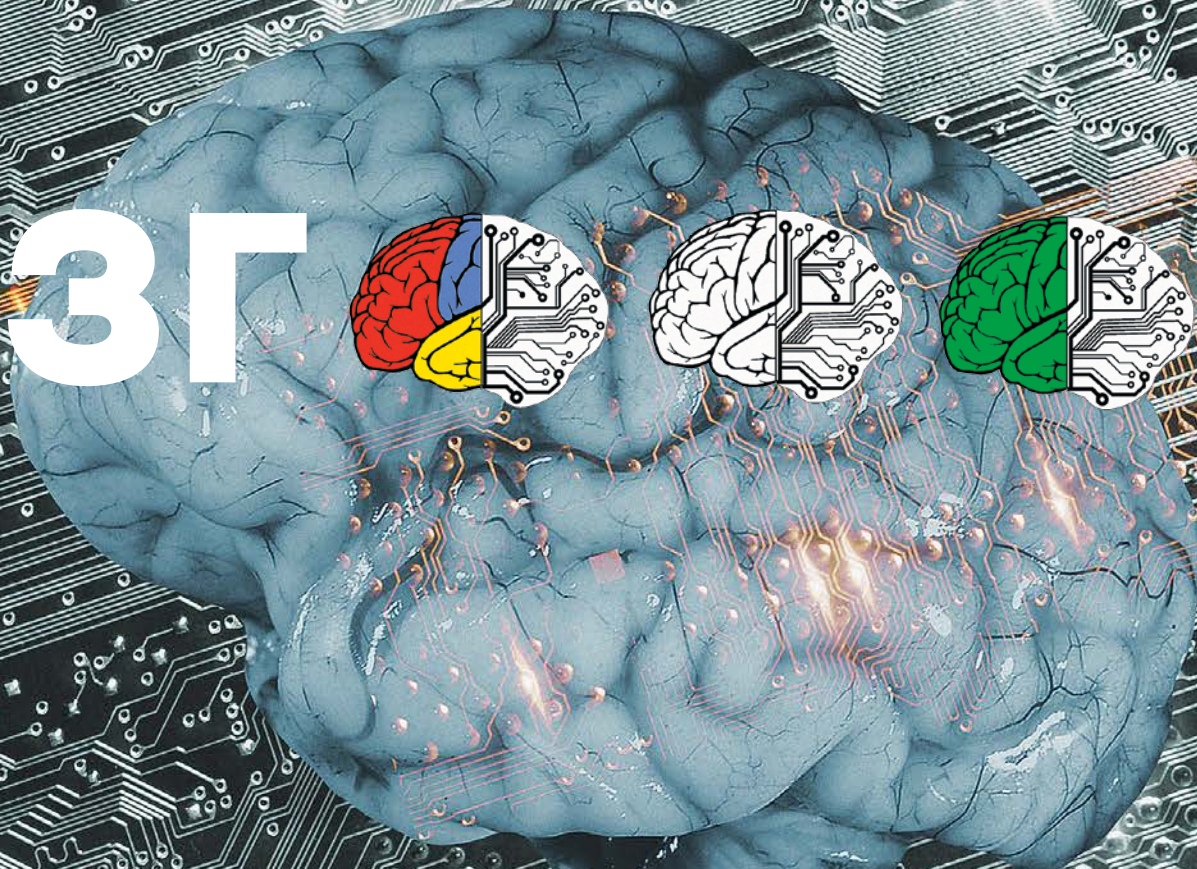


2

PHOTO SHUTTERSTOCK



# МОЗГ



NBIC KI  
Verio  
MR B17  
HFS  
+LPH

## Мир погружается в глубокие нейронные сети

■ ФЁДОР КИТАШОВ

О ети. Ещё лет пятьдесят назад это слово ассоциировалось преимущественно с ловлей рыбы. Потом планету стал опутывать интернет, ставший сегодня таким же привычным явлением, как водопровод, канализация и электрическая розетка. Базовый смысл слова изменился. Но наступает время новых сетей — нейронных. Эксперты пророчат, что именно нейронные сети станут основой будущей технологической революции.

— Добро пожаловать на хакатон по глубокому обучению! — объявляет со сцены **Михаил Бурцев**, человек в больших очках и толстовке с нарисованным на ней мозгом и призывом хакнуть его. «Яйцеголовая» публика отрывает глаза от ноутбуков, но тут же опять принимается стучать по клавишам.

В этом приветствии обычному человеку непонятно ничего, кроме «добро пожаловать». Поясняем. Слово «хакатон» родилось в начале 2000-х от союза «хакера» и «марафона». Выглядит это так: программисты, дизайнеры и другие разработчики чего-то нового, суперпрогрессивного и высокотехнологичного собираются и вместе решают какую-либо задачу, например создадут компьютерную программу. Продолжается это от одного дня до недели. В отличие от обычных конференций, люди здесь не говорят, а в основном работают.



**Михаил Бурцев** — специалист в области искусственного интеллекта, заведующий лабораторией нейронных сетей и систем глубокого обучения МФТИ. Организатор международных хакатонов по глубокому машинному обучению DeepHack.Game и DeepHack.Q&A. Кандидат физико-математических наук, директор по науке компании DeepHackLab.

Хакатоны в России проводятся всё чаще — с их помощью удаётся двигать вперёд самые последние технологии. Например, всё то же глубокое обучение.

Объяснить это словосочетание гораздо сложнее. Понятие относится к области нейронных сетей. Умные люди говорят, что за ним будущее — эра машинного разума и прочие фантастические штуки... Чтобы во всём этом разобраться, мы обратились к Михаилу Бурцеву, возглавляющему лабораторию МФТИ, в которой создают, обучают и исследуют нейронные сети.

## Слоёный пирог, который сам себя готовит

**[КОТ ШРЁДИНГЕРА]** В последнее время мы часто слышим слово «нейросети». Объясните, пожалуйста, что это такое. **[МИХАИЛ БУРЦЕВ]** С удовольствием! Нейронные сети — это такой класс алгоритмов, который пытается использовать наши знания об устройстве мозга, чтобы совершать эффективные вычисления. Мы знаем из биологии, что наша способность обучаться основана на уникальных свойствах мозга, состоящего из 80 миллиардов нейронов. Коллективная работа этих клеток сейчас позволяет вам понимать то, что я рассказываю. А нейросетевые алгоритмы пытаются построить модель этого процесса, пусть и неправдоподобную биологически, но вдохновлённую зако-

нами природы. В этих программах расчёты делает сеть, состоящая из отдельных элементов, которые обрабатывают и передают друг другу информацию. В процессе распространения по сети информация меняется — этот процесс мы называем обучением.

Обычно нейросеть работает таким образом: сначала мы обучаем её, используя некоторый набор данных, для которого решение заранее известно. А затем подаём на вход данные, для которых не знаем ответа, и алгоритм выдаёт его, опираясь на логику, которую усвоил за время тренировок.

**[КШ]** Что такое глубинное обучение?

**[МБ]** Как вы сказали: «глубокое» или «глубинное»? Перевод термина Deep Learning ещё не устоялся. Архитектура нейросети может состоять из многих слоёв — обработка информации делится на множество этапов. Отсюда и «глубина». Если быть предельно точным, нужно говорить «глубокие нейронные сети». В этом смысле слово «глубинный» неправильное: оно означает «находящийся на глубине», а не «имеющий большую глубину», то есть не подходит по сути. В общем, мы не позволим говорить «глубинное обучение»! Мы будем с этим бороться!

**[КШ]** И чем же глубокие нейронные сети лучше неглубоких?

**[МБ]** «Глубокие»? Правильно, вы быстро учитесь! Глубокие сети позволяют строить многоэтапные алгоритмы обработки информации — это как слоёный пирог, который сам себя готовит. В стандартных методах машинного обучения очень многие этапы выполнялись исследователями вручную. Алгоритмы глубокого обучения позволили исключить человека из этого процесса. Не надо больше вручную задавать признаки, по которым машина будет распознавать объекты. Теперь сеть сама выбирает направление обучения.

## НЕЙРОСЕТИ-ПОДРОСТКИ

// ПРОТЕСТИРУЙТЕ В ИНТЕРНЕТЕ, НА ЧТО СЕГОДНЯ СПОСОБНЫ НЕЙРОСЕТИ



### Inbox by Gmail

Приложение анализирует переписку с конкретным человеком и предлагает три варианта ответа на пришедшее от него электронное письмо.



### Neural Doodle

Программа превращает схематичный набросок в изображение, копируя стилистику той или иной картины известного художника.



### Фотоальбомы Google

Благодаря использованию глубоких нейронных сетей разработчикам удалось создать универсальный поиск по фотографиям.



### Deepart.io

Пользователь загружает фотографию, а программа перерисовывает её в стиле выбранной картины.

## Нейросеть слышит и видит

**[КШ]** Чего удалось достичь благодаря глубине обучения?

**[МБ]** Начали решать задачи, прежде казавшиеся фантастикой. Вы, наверное, слышали про How-old.net? Это такое приложение Microsoft, определяющее по фото возраст и пол человека. Кстати, те же ребята выпустили программу, способную распознавать эмоции.

**[КШ]** Говорят, эти сервисы пока работают весьма неточно. Но понятно, что у них всё впереди.

**[МБ]** Может показаться, что глубокие нейросети — это отдалённое будущее. Но очень возможно, что вы пользуетесь подобными приложениями на своём смартфоне уже год или два, не подозревая об этом. Я понял, что машинное обучение плотно входит в жизнь, когда таксист, встречавший меня в аэропорту, вместо того чтобы набрать адрес на клавиатуре, произнёс его. То есть качество распознавания речи стало таким, что позволяет работать корректно даже в случае среднестатистического человека и плохих условий записи.

Технологии распознавания речи существуют достаточно давно, но их никак не могли довести до нужного пользователей качества. Пока пару лет назад люди из Google не заменили часть своего алгоритма на нейронную сеть. Этот ход дал такое снижение ошибок распознавания, что приложением сразу же стало можно пользоваться. К осени 2015 года все блоки алгоритма заменили нейросетевыми. Ручная настройка ушла в прошлое.



Качество **распознавания речи** стало таким, что позволяет работать корректно даже в плохих условиях записи.

Или другой продукт, который использует глубокие нейронные сети, — фотоальбом от той же команды из Google. Вы вбиваете в поиске «дом» или «собака», и система находит все фотографии, на которых присутствуют эти объекты. Круто, правда?

Телевизионщики, думаю, сразу же купили эту технологию. Только представьте краудсорсинг-репортажи будущего! Когда происходит какое-то событие, очень важно, кто первый о нём расскажет. При этом необходимый материал может заснять любой случайный прохожий. Скоро не придётся посылать никуда съёмочную группу — нейросеть сама найдёт в интернете нужные ролики, свяжется с авторами материалов и обсудит детали выплаты гонорара.

А ещё есть такая технология, пока что мало применяемая в реальных приложениях, — нейросетевое обучение с подкреплением. Это когда нейросеть учится не раскладывая фотографий по электронным полкам или выполнению других конкретных заданий, а просто учится подобно ребёнку: играет, управляет машинами и роботами. Именно благодаря такому самообучению нейросеть AlphaGo и обыгрывает сильнейших игроков в го.

### Глубокое общение

**[КШ]** Что умеют глубокие нейронные сети кроме распознавания изображений?

**[МБ]** Вы слышали про автоматический генератор ответов на письма в приложении Google Inbox? Там появилась функция Smart Reply: на любое пришедшее вам англоязычное письмо выдаётся по три варианта ответа, составленных на основе вашей предыдущей переписки. Вы можете выбрать один из них, отредактировать немного и отправить.

Или, например, Skype. Относительно недавно этот сервис ввёл двусторонний перевод вживую, с голоса на голос. Первыми языками стали английский и испанский, посте-

Мы сказали нашей нейросети: «**Ты всего лишь программа** и никогда не сможешь мыслить». Она ответила: «Просто сейчас не лучшее время для этого».

пенно их список будет расширен. Человек говорит по-английски, а собеседник слышит его по-испански, или наоборот. Раньше это считалось научной фантастикой, но теперь стало реальным благодаря глубокому обучению! Понятно, что качество перевода пока оставляет желать лучшего, но минимум общения обеспечивается уже сейчас.

**[КШ] А как насчёт русского языка?**

**[МБ]** Мы с коллегами из DeepHackLab взяли уже готовый алгоритм, построенный на рекуррентных нейронных сетях, и обучили его на русских субтитрах отвечать на вопрос в произвольной форме. Рекуррентные нейронные сети — способ обработки информации, при котором учитываются данные из предыдущих этапов жизни программы. Это возможно благодаря наличию связей между элементами слоя в предыдущий момент времени.

Таким образом нейросети можно научить предсказывать будущее, то есть не только анализировать данные, но и генерировать их. Мы были первые, кто осуществил подобное исследование на материале русского языка, потому что в нём, в отличие от английского, нужно согласовывать окончания слов, что всегда вызывало сложности не только у компьютера.

Через пару дней тренировки алгоритм начал давать ответы, полностью соответствующие грамматике русского языка, ставить правильные знаки препинания. И это в отсутствие словаря Ожегова и правил пунктуации! Программа с нуля, просто «читая» тексты на русском, научилась генерировать ответы, которые не всегда отличишь от человеческих. Иногда они просто поражают глубиной и тем смыслом, который там можно увидеть.

**[КШ] А можно пообщаться с вашей программой?**

**[МБ]** Да, разумеется. Надеюсь, вы будете с ней любезны.

**[КШ] Сегодня чудесный вечер, не правда ли?**

**[НЕЙРОННАЯ СЕТЬ]** Неужели ты думаешь, что я буду об этом помнить?

**[КШ] Она всегда не в настроении?**

**[МБ]** Мы уже задавали ей подобный вопрос. Ответ осмыслен: сеть не разделяет ваше мнение о том, что этот вечер ей стоит запомнить.

## В ожидании помощника

**[МБ]** Одной из наиболее перспективных областей развития искусственного интеллекта сегодня считается направление виртуальных ассистентов. Речь идёт о помощниках, которые бы взаимодействовали с человеком и Всемирной паутиной. Это может существенно изменить интернет. Представьте себе, что у каждого пользователя появится свой виртуальный помощник — вроде секретаря у состоятельных людей, — чья работа будет заключаться в бронировании билетов и гостиниц, назначении встреч и так далее.

**[КШ] Доверить программе конфиденциальную информацию?**

**[МБ]** Сегодня, когда человек заходит в интернет, его следы размазываются по Сети как чёрные полоски от обуви в школьном коридоре. Нас разглядывают, пока мы гуляем по просторам Сети. Вся реклама построена на том, чтобы проанализировать следы человека и предложить нужный ему продукт.

Виртуальный помощник может в корне изменить эту ситуацию. Личный компьютерный секретарь, зная вас лучше всех, не станет разглашать доверенную ему информацию. Но заказывая конкретные услуги и приобретая те или иные товары, будет исходить из ваших предпочтений.

Сервисы таргетированной рекламы работают на основе информации из интернета, которая долго не живёт. А помощник — он ваш и только ваш. Прибавьте к этому конфиденциальное хранение данных. Вы будете контролировать информацию о себе — зашифровав, сможете в любой момент стереть её так же, как многие стирают, например, старые фотографии в инстаграме. Но пусть они попробуют уничтожить данные о себе после недели пребывания в интернете! Наши следы раскиданы по Сети так, что задача их стирания становится практически нерешаемой.

Это новый уровень интернет-приватности. Не только на Западе, но и у нас в рамках госпрограммы «Национальная технологическая инициатива» предусмотрено развитие рынка интеллектуальных помощников.

**[КШ] Михаил, о чём вы мечтаете в двадцатилетней перспективе? Что бы хотели видеть в своём гаджете и доме через несколько десятков лет?**

**[МБ]** Две вещи. Во-первых, я хотел бы иметь интеллектуального помощника, чтобы не тратить время и когнитивные возможности на согласование поездок, встреч, покупок. Чем старше становишься, тем чаще замечаешь, что свободного времени всё меньше, а тратишь ты его на всякую ерунду: ожидание, выбор чего-то, что может оказаться совершенно ненужным. Было бы здорово иметь ассистента, который работал бы без перерывов на еду и сон.

А ещё хотелось бы иметь помощников другого рода — таких, которые вместе с людьми проводили бы научные исследования. Лет двести назад очень хороший учёный мог знать всё, что было известно фундаментальной науке. Сейчас же человек не в состоянии охватить умом все накопленные знания, поэтому создание системы, помогающей строить гипотезы для экспериментов, станет прорывом в науке. Такая программа, например, может доказать право на существование идей, о которых мы даже не догадываемся. Зная и понимая всё, что написано в книгах, она будет невероятно полезна — колоссально ускорит прогресс и решит вечные проблемы, будь то болезни или голод.

Знаете, однажды мы сказали нашей нейросети: «Забавно, что ты всего лишь программа и никогда не сможешь мыслить». Она ответила: «Просто сейчас не лучшее время для этого». Надеюсь, лучшие времена скоро настанут! 🐾



« Пусть скажут, что у всех котов мозг хакнутый. Но я не хочу себе виртуального помощника. Хочу подружку с мощным искусственным интеллектом и красивой фигурой!





# Куда катится мир

## Траектории глобального будущего

В ВИДЕ ПРОСТЫХ ГРАФИКОВ

АНДРЕЙ КОНСТАНТИНОВ



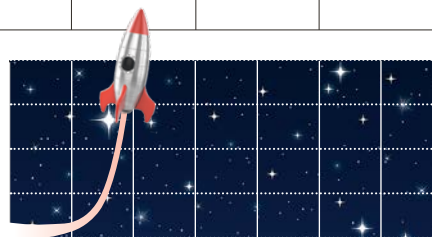
**Алексей Турчин**, футуролог, исследователь глобальных рисков, автор книг «Структура глобальной катастрофы» и др.

Что будет дальше? Кто-то ждёт небывалой технологической революции, которая изменит жизнь человечества, а кто-то готовится к катастрофе. Прогресс ускоряется или, наоборот, замедлился? Может быть, наше время ничем особенным и не отличается: взлёты и падения, расцветы и кризисы — обычная круговерть событий.

Футуролог **Алексей Турчин**, специализирующийся на изучении глобальных рисков, недавно составил карту моделей будущего. Каждая модель — условный график, по оси абсцисс которого отложено время, а по оси ординат — показатели, характеризующие развитие цивилизации (рост экономики, индексы благосостояния, средняя продолжительность жизни, объём накопленных знаний, уровень технологий — все эти параметры тесно связаны друг с другом). В начале списка идут сценарии, обещающие самый быстрый рост, ближе к концу прогнозы становятся всё более пессимистичными или неопределёнными.

2020 2040 2060 2080

1

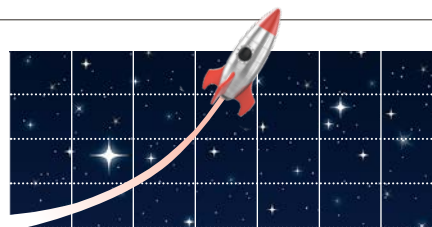


### ГИПЕРБОЛИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

**Суть** Благодаря росту знаний и появлению искусственного интеллекта в ближайшие десятилетия произойдёт резкий скачок в развитии цивилизации — «технологическая сингулярность».

**Известные сторонники** Джей Форрестер, инженер, разработчик теории системной динамики.

2

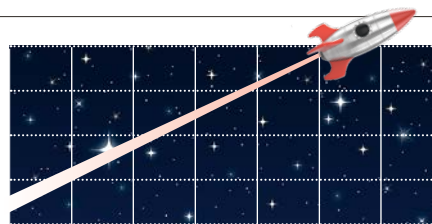


### ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫЙ РОСТ

**Суть** Технологии развиваются по экспоненте (то есть показатели удваиваются, допустим, каждые два года), по закону Мура, управляющему эволюцией микропроцессоров.

**Известные сторонники** Рэй Курцвейл, изобретатель, занимавшийся системами распознавания речи и другими интеллектуальными штуками.

3

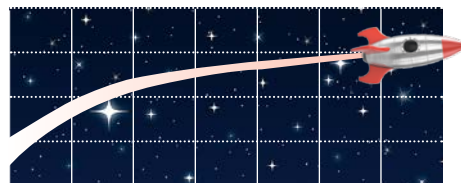


### ЛИНЕЙНОЕ РАЗВИТИЕ

**Суть** Стандартная модель экономического роста (например, 3% в год).

**Известные сторонники** Большинство экономистов.

4



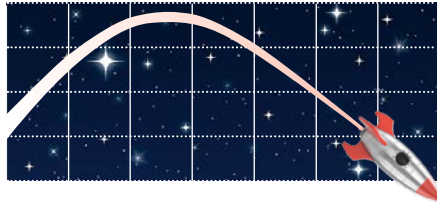
### ВЫХОД НА АСИМПТОТУ

**Суть** Устойчивое развитие в мире, где научные и технологические возможности постепенно исчерпываются.

**Известные сторонники** Джон Хорган, научный журналист, автор книги «Конец науки».

2020 2040 2060 2080

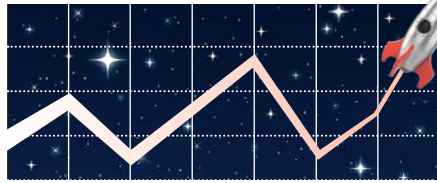
2020 2040 2060 2080



### ВОЛНА С ПЕРЕГИБОМ

**Суть** На фоне истощения ресурсов начинается глобальный системный кризис, приводящий к деградации цивилизации.

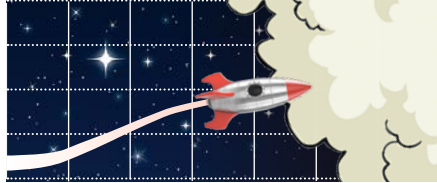
**Известные сторонники** Деннис Медоуз, учёный, один из авторов знаменитого доклада «Пределы роста».



### ХАОТИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

**Суть** Главной движущей силой истории является случай (внезапные непредсказуемые события и новые открытия).

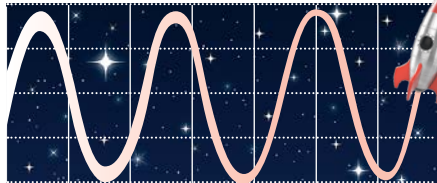
**Известные сторонники** Нассим Талеб, экономист, бизнесмен, автор теории «чёрного лебедя» (о решающей роли случайности).



### НЕПРЕДСКАЗУЕМОЕ БУДУЩЕЕ

**Суть** Мы не можем предугадать, как будут развиваться события после того, как искусственный интеллект превзойдёт человеческий, поскольку нам недоступны его логика и уровень понимания ситуации.

**Известные сторонники** Вернор Виндж, профессор математики, писатель-фантаст.



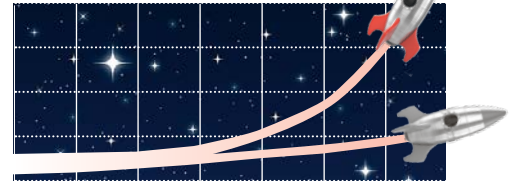
### ЦИКЛИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

**Суть** Всё повторяется: цивилизации переживают расцвет и упадок, экономика — циклы расширения и сжатия.

**Известные сторонники** Философ Освальд Шпенглер, многие древние мудрецы.

2020 2040 2060 2080

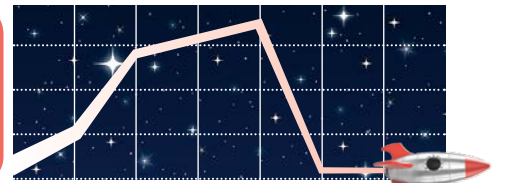
2020 2040 2060 2080



### ПЛАВНОЕ НАРАСТАНИЕ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ

**Суть** Ближайшее будущее вполне предсказуемо, в среднесрочной перспективе появляются варианты, и чем дальше, тем туманнее прогнозы.

**Известные сторонники** Организаторы форсайтов, да и большинство современных людей.



### ГЛОБАЛЬНАЯ КАТАСТРОФА

**Суть** Основным событием грядущей истории станет масштабная катастрофа, в которой все или почти все погибнут, а цивилизация деградирует.

**Известные сторонники** Мартин Рис, астрофизик.



### ВСЁ В РУКАХ ВЫСШИХ СИЛ

**Суть** Развитие цивилизации иллюзорно, и вообще мы живём в симуляции, созданной с особой целью и управляемой по некоему сценарию.

**Известные сторонники** Религиозные деятели.

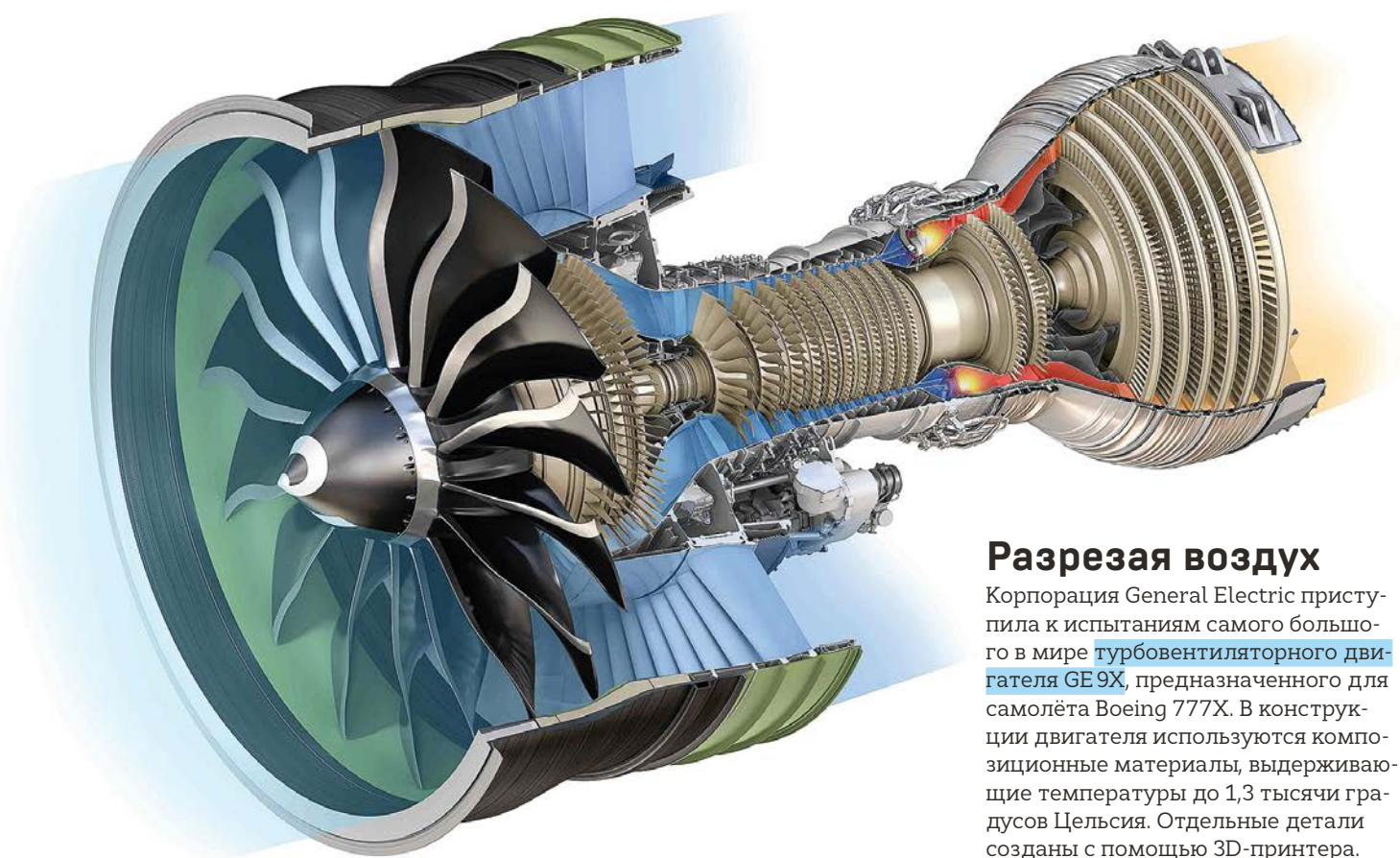


### САД РАСХОДЯЩИХСЯ ТРОПОК

**Суть** Будущее зависит от наших действий. Одни поступки и решения приведут людей к бессмертию, другие — к деградации и глобальной катастрофе.

**Известные сторонники** Ну, например, Андрей Константинов, автор этого материала.

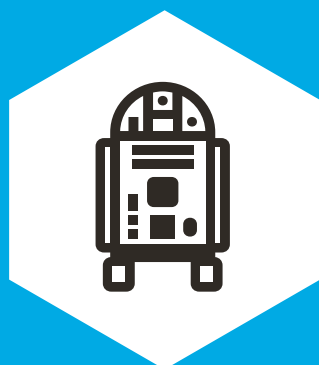




## Разрезая воздух

Корпорация General Electric приступила к испытаниям самого большого в мире турбовентиляторного двигателя GE9X, предназначенного для самолёта Boeing 777X. В конструкции двигателя используются композиционные материалы, выдерживающие температуры до 1,3 тысячи градусов Цельсия. Отдельные детали созданы с помощью 3D-принтера. Тяга 45,4 тонны. Диаметр вентилятора 3,35 метра.





# ТЕХНОЛОГИИ

Шестерёнки  
Процессоры  
Винты  
Провода  
Гайки  
Контакты  
Магниты  
И прочие важные штуки





## Дарвин произошёл от микроорганизмов

// БАКТЕРИИ СОЗДАЛИ КНИГУ

Британский молекулярный биолог Саймон Парк вырастил с помощью бактерий обложку и первую страницу «Происхождения видов» Чарльза Дарвина. Он использовал микроорганизмы C-MOULD (их ещё называют «живые краски»). Именно из них получились «чернила». Целлюлозу выработали другие бактерии. На проект ушло две недели, так что пока биотехнологии типографиям не конкуренты.



## Летим к центаврианцам!

// ВЕРХОМ НА ПАРУСНИКЕ

Российский бизнесмен Юрий Мильнер объявил о запуске проекта Breakthrough Starshot, который позволит в течение 20 лет доставить космический зонд к ближайшей от Солнца звёздной системе альфа Центавра. Этот проект поддержал знаменитый британский астрофизик Стивен Хокинг. Предполагается, что зонд будет весить всего несколько грамм. Его прикрепят к солнечному парусу и за счёт

системы мощных лазеров, установленных на Земле или её орбите, разгонят до 150 миллионов километров в час. Обещается, что достигнув альфы Центавра, аппарат передаст информацию о звёздах системы и, возможно, входящих в неё планетах... Звучит всё это очень захватывающе. Правда, многие учёные сразу же раскритиковали проект и обвинили Мильнера в поверхностном знании законов физики и техническом дилетантстве.



## Музыка мозга

// УСЛЫШАТЬ СЕБЯ И ВОСПРОИЗВЕСТИ

Первое российское приложение для устройств с нейроинтерфейсами — DoReMind — сможет превращать мысли в музыку. Пользователь надевает на голову гарнитуру, подключает её по Bluetooth к компьютеру или мобильному устройству. И начинает думать. Ментальная активность регистрируется и отображается на внешних устройствах или преобразуется в команды. Для отображения собственных мыслей можно выбрать тот или иной набор звуков из цифровой библиотеки, установить длительность нот, режим воспроизведения. На выходе получаются несложные мелодии, которые можно записать и прокрутить заново. Авторы разработки — петербургские компании «Нейроматикс» и Synergetic Lab. Приложение будет доступно в некоторых онлайн-магазинах.



## Кручу-верчу, позвонить хочу

// СМАРТФОН ДОЛЖЕН БЫТЬ ГИБКИМ

Samsung Electronics планирует в 2017 году выпустить в продажу смартфон с гибким корпусом. Он будет оснащён OLED-дисплеем и сможет сгибаться пополам. Размер диагонали экрана — 5–7 дюймов. Телефон легко поместится в карман. Пять лет назад Samsung уже анонси-

ровал концепцию смартфона, способного принимать форму моноблока, слайдера, раскладушки, браслета и ротатора. Производители гаджетов давно намекают на близость воплощения подобных идей, но пока в продаже нет ни одного более-менее гибкого смартфона.



## Сколько нас в инете?

**// МЫ СТАЛИ БОЛЬШЕ ДУМАТЬ О БЕЗОПАСНОСТИ**

Семьдесят процентов, то есть почти 100 миллионов жителей России, пользуются интернетом, из них ежедневно — 53%, более 50 миллионов человек. Для сравнения: десять лет назад в Сеть регулярно заходили всего 5%.

В последние три года мы стали бережнее относиться к защите персональной информации. В 2016-м внимание кибер-безопасности уделяют четыре пятых пользователей. При этом каждый второй практикует антивирусы, а каждый четвёртый избегает публикации личной информации в социальных сетях, использует сложные пароли и меняет их.

Самая популярная соцсеть — это «ВКонтакте»: в ней «сидят» 52% россиян. На втором месте «Одноклассники» — 42%. Далее идут WhatsApp — 18%, Facebook — 13% и Instagram — 12%.

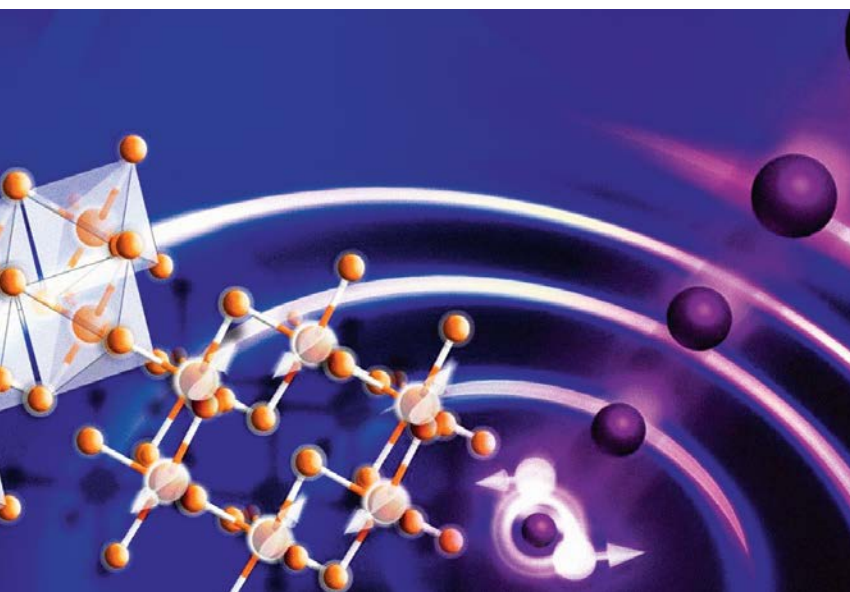
Данные предоставлены Всероссийским центром изучения общественного мнения (ВЦИОМ) <http://www.vciom.ru>.

## Заглянуть в кровь

**// КАК ПРЕДОТВРАТИТЬ ИНФАРКТ И ВЫКИДЫШ**

Учёные Института химической кинетики и горения СО РАН вместе с канадскими коллегами создали самый точный в мире аппарат для анализа клеток крови. Он позволит предотвращать преждевременные роды, связанные с кислородным голоданием плода. Учёным удалось вычислить критическое количество угле-

кислоты в организме матери. Для исследования крови беременных использовали систему на основе лазерного излучения. Выяснилось, что риск выкидыша уменьшается при введении в кровь препарата с ионом магния. В перспективе разработка новосибирских учёных поможет также предотвращать инфаркты и инсульты.



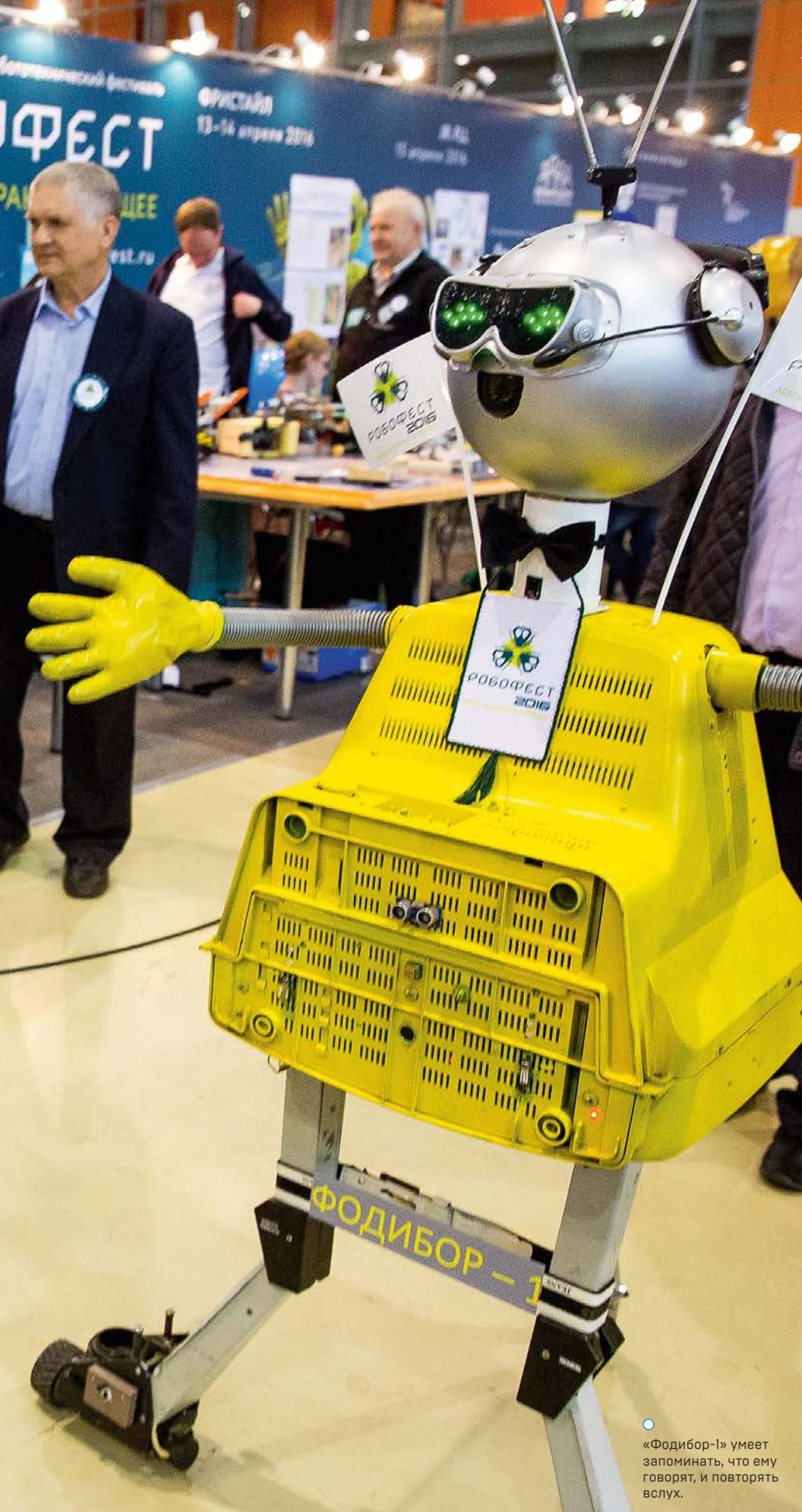
## Нерешительная квантовая жидкость

**// МАГНИТНОЕ ПОЛЕ, КОТОРОЕ ТЕЧЁТ**

Учёным из Кембриджского университета удалось обнаружить в кристалле хлорида рутения необычное магнитное состояние вещества — квантовую спиновую жидкость. Есть так называемые ферромагнетики и антиферромагнетики. В первых спины электронов действуют как маленькие магниты, усиливая взаимодействие вещества с магнитным полем. Это, например, железо при нормальных условиях. В антиферромагнетиках спины электронов стремятся ослабить внешнее магнитное поле. А квантовая спиновая жидкость своё внутреннее магнитное поле меняет — оно «течёт». Описание этого состояния требует введения квазичастиц с дробным зарядом — скорее всего, это майорановские фермионы. Их свойства могут пригодиться при создании квантового компьютера.



# Аватар и Пучеглаз



«Фодибор-1» умеет запоминать, что ему говорят, и повторять вслух.



Фонд Олега Дерипаска «Вольное дело» и Министерство образования и науки России организовали и провели «Робофест» уже в восьмой раз. В этом году соревнования впервые прошли в 27 дисциплинах среди разработчиков в возрасте от 6 до 25 лет. Фестиваль собрал рекордное количество участников — около 3,5 тысячи школьников и студентов из 69 регионов России и стран ближнего зарубежья.

## Как роботы помогают людям

ЛИНА АЛЕКСЮНАЙТЕ ■ МАКС НОВИКОВ

— Для чего тебя создали? — спрашивает один из посетителей фестиваля «Робофест» у человекоподобного робота Аватара, собранного командой студентов из Краснодарского края. — Я помогаю людям, — покорно отвечает машина, вращая глазами со встроенными видеокameraми. — А картошку сажать умеешь?

Вы. Пока Аватар запрограммирован только на спасение людей. В чрезвычайной ситуации этот дистанционно управляемый робот заменит человека там, где находится опасно. Например, на аварийно-спасательных работах при сильном радиоактивном излучении.

— У Аватара 3D-зрение. Это значит, что он передаёт на наши компьютеры объёмную картинку, — поясняет разработчик Виталий Тарасенко, поправляя на подопечном шлеме, сделанный из обычной хлебницы.



На «Робофесте» можно принять участие в настоящих научных исследованиях и экспериментах.

### СВОИ РАЗРАБОТКИ В МОСКВУ НА «РОБОФЕСТ» ПРИВЕЗЛИ ШКОЛЬНИКИ И СТУДЕНТЫ СО ВСЕЙ РОССИИ.

— Познакомьтесь с роботом Ярославом и тренажёром «Пучеглаз», — предлагает мне один из конкурсантов, студент Тюменского президентского кадетского училища Семён Курочкин.

Широкоплечий Ярослав всем без разбора предлагает сыграть в «камень, ножницы, бумага», а «Пучеглаз» отдалённо напоминает очки виртуальной реальности.

— Ему нет аналогов в мире, — рассказывает Семён про тренажёр. — Он проводит зарядку для глаз благодаря запрограммированной методике улучшения зрения по методу Уильяма Бейтса. У кадетов, которые регулярно занимались с роботом, зрение улучшилось. В Тюменском медицинском университете уже оценили мою разработку — надеюсь в скором времени получить на неё патент.

Моё внимание привлекает баннер с изображением Лазурного Берега. На фоне плаката сверкает серебри-

стой искрой похожий на гоночную машину робот — уборщик мусора на пляжах. Его презентовали школьники из Сочи.

— Робот гребнем вспахивает песок, мусор попадает во встроенный бак и остаётся там, — рассказывает тринадцатилетний Герман Лучин. Его напарница — восьмилетняя Полина Гришина, автор идеи. — Песок дезинфицируется горячим паром и высыпается обратно. «Видит» робот с помощью датчиков движения, влажности и цвета.

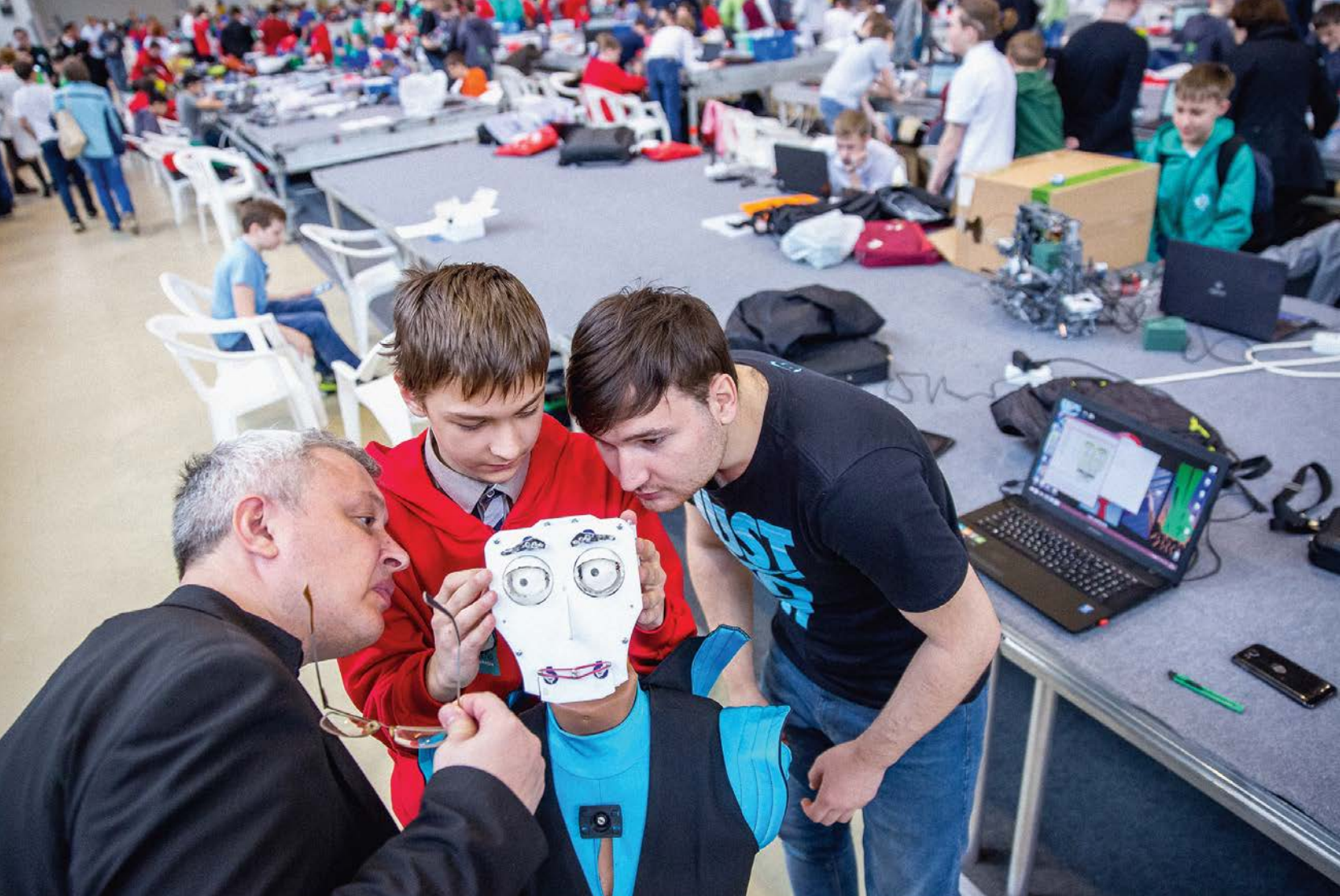
...Фанатам Винни-Пуха сложно представить, что у их любимого персонажа в голове могут быть совсем не опилки, а микросхемы. Школьники из челябинской команды «Хэдкраб» создали робота для необычной задачи. Он призван... добывать мёд из ульев диких пчёл. Одно нажатие кнопки — и робот Пух поднимается по пластмассовому стволу дерева и измеряет температуру в улье. Если она больше 34 градусов, насекомых лучше не беспокоить: пчелиная семья ожидает пополнения. Если мень-

ше, можно смело брать пробу мёда на анализ, чтобы изучить его консистенцию, цвет, качество, а затем и собрать. Системой управляют два человека.

— Эта установка позволяет решить не только экономическую, но и экологическую задачу. Часто при неаккуратном проникновении в улей пчёлы погибают, — говорит десятилетний Роман Прохоров, облачённый в белоснежный халат.

— Хочу кое-что добавить к высказыванию коллеги, — важно потирая подбородок, говорит ещё один участник команды Егор Барсуков. — Это безопаснее и для самого человека, ведь укус пчелы в некоторых случаях смертелен.

...В центре павильона проходит ралли. На новой площадке фестиваля «Автонет» соревнуются автономные роботы-перевозчики. В следующем году организаторы хотят пригласить на площадку и иностранные команды, чтобы ребята вместе решали задачи по созданию беспилотных автомобилей.



Робот Пух знает, где  
правильный мёд.

3,5

**Тысячи**  
школьников и студен-  
тов приняли участие  
в «Робофесте».

— На фестивале формируется будущее научное сообщество, — считает Максим Петров, руководитель образовательной программы «Робототехника» фонда Олега Дерипаска «Вольное дело». — Школьники и студенты общаются друг с другом, делятся опытом. Никто не знает, где будет работать в скором времени, — возможно, уже завтра им предстоит решать одну общую задачу. Но и без конкуренции не обходится: чтобы попасть сюда, надо пройти серьёзный отбор на региональном уровне. Победители фестиваля в отдельных дисциплинах представляют Россию на международных робототехнических соревнованиях в США, Европе и Юго-Восточной Азии. Многие участвуют в «Робофесте» не первый год, и я абсолютно уверен, что кое-кто из этих ребят создаст то, что будет иметь ценность для науки. 🐾



Площадка «Икар»: роботы соревнуются парами на параллельных трассах.



Участники готовились к соревнованиям на специальной площадке «Робофеста».



Впервые на «Робофесте» — площадка «Автонет»: гонки роботов по пересечённой местности.





Первая для «Робо-феста» программа по профориентации школьников Junior-Skills.



Широкоплечий Ярослав всем предлагал сыграть в «камень, ножницы, бумага».

# Кибернетика против рака

Российские учёные создают **робота для доставки радиоактивных элементов** к опухоли

е проходит и дня, чтобы в новостных лентах не появилось сообщение об очередном методе лечения рака. Научные журналисты уже привыкли относиться к этим «прорывам» довольно скептически: до клиник дойдут лишь единичные разработки и очень нескоро. Но сегодня в борьбу с онкологическими болезнями вовлечены не только медики, которые работают над

поиском новых препаратов, и не только физики-ядерщики, которые придумывают новые способы использовать радиацию во благо. Свой фронт сражений в этой войне есть и у роботов, а точнее у тех, кто их создаёт. Один из таких проектов реализуется сейчас в Центральном научно-исследовательском институте робототехники и технической кибернетики в Санкт-Петербурге.

Учёные создают робота, который будет применяться при операции под названием брахитерапия. При этом методе лечения используются радиация, но проводится не дистанционное облучение, а источник излучения помещается непосредственно в зону опухоли. Это намного эффективнее для уничтожения опухоли и безопаснее для окружающих здоровых тканей, но проводить такую операцию вручную очень сложно. Вот здесь на помощь и приходят роботы.

Мы попросили начальника лаборатории медицинской техники ЦНИИ РТК Сергея Никитина рассказать о проекте.

**[КОТ ШРЁДИНГЕРА] Какой круг проблем позволит решить создаваемая вами система?**

**[СЕРГЕЙ НИКИТИН]** Одна из главных проблем в реальной клинической практике — невысокая точность позиционирования как хирургического инструмента, так и микроисточников излучения. Естественный тремор рук, неточные движения и уровень квалификации специалиста составляют пресловутый человеческий фактор, который негативно влияет на эффективность проведения процедуры. Также в процессе работы специалисты подвергаются высоким дозовым нагрузкам, что требует решения проблемы радиационной безопасности медицинского персонала. Применение робота-хирурга совместно с УЗИ сканером позволит повысить точность позиционирования, свести к минимуму человеческий фактор, корректировать движение инструмента в режиме реального времени и обеспечить безопасность персонала.

**[КШ] На каком этапе проект сейчас, о каких результатах уже можно говорить?**

**[СН]** Сейчас подходит к концу этап экспериментальных исследований. И мы можем сказать, что разработанный макет робота-хирурга позволяет обеспечить точность позиционирования инструмента  $\pm 0,1$  мм, что в 10 раз выше, чем если бы это делалось руками. И это существенный результат на пути достижения нашей цели. Также подтвердилась возможность реализации, как прямолинейных, так и криволинейных траекторий движения инструмента. По нашим оценкам, это позволит снизить общую травматичность процедуры благодаря уменьшению количества проколов.

**[КШ] Это полностью российская разработка или у неё существуют зарубежные аналоги?**

**[СН]** Робот-хирург, разрабатываемый ЦНИИ РТК — это во многом российская разработка. Ключевые технические и аппаратно-программные решения были разработаны специалистами нашего института и защищены патентами. Если вы посмотрите на активность патентования в области роботизированной брахитерапии в США, то увидите, что количество патентов растёт. Метод применяется, в частности, для лечения рака предстательной железы — самого распространённого онкологического заболевания среди мужчин — сейчас активно ведутся разработки по данному направлению. Но на сегодняшний день среди зарубежных аналогов нам известны только лабораторные образцы систем.

Проект «Исследование принципов построения и создание робототехнических средств доставки радионуклидных микроисточников в опухолевую область при операциях брахитерапии» выполняется в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы»



## ТОП-5 МЕДИЦИНСКИХ РОБОТОВ

**1. Робот-хирург.** Роботизированная рука Da Vinci позволяет проводить операции с большей точностью и гибкостью, чем способен запястье хирурга. С его помощью проводится широкий спектр лапароскопических вмешательств. Это самая популярная система в мире. Ежегодно компания-производитель выпускает около тысячи таких роботов, но они по-прежнему несовершенны.

**2. Робот-пациент.** Манекен HPS, имитирующий тело человека и множество его физиологических функций, помогает врачам испытывать и отрабатывать новые методики диагностики лечения. Робот способен потреблять кислород и выделять углекислый газ, глаза робота снабжены зрачками, реагирующими на свет, веки открываются и закрываются в зависимости от поставленных задач. У искусственного пациента можно прощупать пульс на всех основных артериях и подключить его к различным медицинским аппаратам. Включить HPS можно в одном из 30 режимов, чтобы его физиология имитировала физиологию ребенка, мужчины, женщины, пожилого человека, беременной и так далее.

**3. Робот-сиделка.** Главное достоинство робота RIBA, внешне напоминающего мишку — сильные руки. Он умеет переносить пациентов с кровати на каталку, из кабинета в кабинет и так далее, при этом реагируя на просьбы самого пациента и подстраиваясь под него. Если вы очень попросите, он может даже поукачивать вас, чтобы лучше спалось.

**4. Робот-медсестра.** Сразу несколько компаний представили роботов, главная задача которых следить за приёмом лекарств. Такой робот разъезжает по больнице и раздаёт пациентам таблетки в нужное время, избавляя от этой рутинной работы медсестер. Еще несколько моделей умеют выполнять другие функции медсестры: измерять пациенту артериальное давление, брать анализ крови и передавать результаты врачу. А другие оборудованы вебкамерой, чтобы врач мог общаться с пациентом удалённо.

**5. Робот-таблетка.** Вы просто глотаете таблетку, а в желудке она превращается в крошечного робота. Придумали эту систему учёные для того, чтобы без операции извлекать проглоченные человеком батарейки и другие металлические предметы. Робот захватывает предмет и выводит его из организма — весь процесс контролирует и корректирует врач с помощью магнитов и УЗИ.



# Самый странный океан

Что мы можем увидеть на поверхности **нейтронной звезды**

■ СЕРГЕЙ ПОПОВ    ✍ НАТАЛЬЯ ДЮКОВА

*Море гораздо разнообразнее суши.  
Интереснее, чем что-либо.  
Изнутри, как и снаружи.*

Иосиф Бродский. Новый Жюль Верн

**О**кеаны всегда пугали и манили людей. Они хранят тайны в своих глубинах. Там обитают существа, которые показались бы нам порождениями галлюцинирующего сознания художника-сюрреалиста.

Когда мы говорим о жизни где-то ещё в Солнечной системе, на ум сразу приходит подлёдный океан Европы — спутника Юпитера. Вот уже несколько десятилетий это едва ли не главный претендент на звание второго пристанища жизни. Недавно к океану Европы добавился океан Энцеллада — спутника Сатурна. На снимках с космических аппаратов видно, как из него бьют фонтаны воды.

Открытия экзопланет показали: есть много такого в Галактике, что и не снилось нашим мудрецам. Например, планеты-океаны. Сейчас есть парочка кандидатов: Кеплер-22b и GJ1214b — они, возможно, целиком состоят из воды. Правда, из-за высокого давления в недрах она находится в состоянии горячего льда.

Но речь пойдёт не о них. И не о Солнечной системе. Не об экзопланетах. Представьте, даже не о воде.



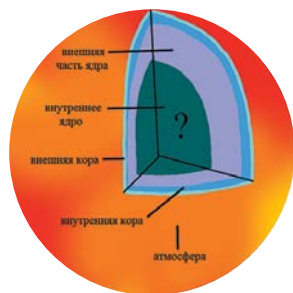
## Суперобъекты

Скоро будет полвека, как астрономы наблюдают нейтронные звёзды. Однако их история началась раньше. Физики-теоретики, постоянно придумывающие всё новые химеры, основываясь на недавних открытиях и свежих идеях, в 1930-е годы пришли к мысли, что в природе могут существовать объекты со звёздными массами и плотностью атомно-

го ядра. Легко посчитать, что их размеры будут исчисляться десятками километров. Обычно, чтобы проще было запомнить, говорят, что радиус нейтронной звезды — 10 километров. Это должно быть близко к истине.

Ещё до открытия в 1967 году радиопульсаров физики и астрофизики начали обсуждать возможные свойства нейтронных звёзд. Едва ли не самые удивительные связаны с высокой плотностью вещества. Например, недра нейтронных звёзд могут иметь температуру в сотни миллионов градусов, но при этом быть сверхтекучими и сверхпроводящими. Может быть, недра этих объектов, хотя бы некоторых, состоят вовсе не из

нейтронов, а из свободных кварков. Может быть... Много чего может быть у таких небесных тел. Неудивительно, что именно там «плещутся» самые странные океаны.



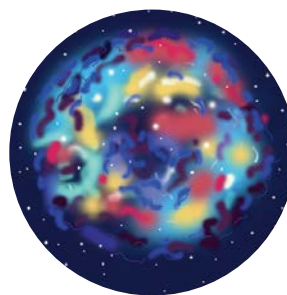
## Что видно на срезе?

Наука всё анализирует, то есть разлагает и расчленяет. Посмотрим на нейтронную звезду в разрезе. Внутри ядро, снаружи кора. Ещё выше может быть атмосфера. Она удивительна. Её толщина измеряется сантиметрами. Но она может полностью изменить спектр излучения нейтронной звезды. Или выпасть в осадок — конденсат. В сильном магнитном поле атомы выстроятся в цепочки вроде полимерных, и газообразная атмосфера, скованная, упадёт на поверхность.

Ядро делят на две части. Уже во внешнем ядре нет атомных ядер (удержаться от такого каламбура тяжело). А есть нейтроны, протоны и электроны. Ещё может быть немного мюонов — они подменяют электроны в веществе высокой плотности. Во внутреннем ядре... Мы не знаем. Там могут быть чудеса: гипероны или пионы, «обычное» кварко-

вое вещество или совсем уж необычное. А может быть, там просто протоны, нейтроны и мюоны — до самого центра. Надеемся скоро узнать.

Как у апельсина или арбуза, «кожура» нейтронной звезды тонкая — примерно одна десятая её радиуса. Кору тоже делят на две части: внешнюю и внутреннюю. Граница между ними проходит по плотности, при которой из ядер начинают «вытекать» нейтроны. Это соответствует примерно 1/500 плотности атомного ядра. Ближе к границе вещество во внутренней коре состоит из ядер, электронов и нейтронов между ними. Чем глубже, тем выше концентрация частиц. Нейтронов становится всё больше. Наступает фаза «ядерной пасты» — спагетти и листы лазаньи из ядер в «соусе» из нейтронов (такую «пасту» Мария Кюри могла бы приготовить Пьеру на ужин), если бы это было возможно в лаборатории. Такое состояние вещества чем-то напоминает жидкие кристаллы. Потом картина меняется, состав пасты становится иным: спагетти и листы лазаньи из нейтронов в соусе из однородной ядерной смеси протонов и нейтронов. Далее ядро, где, как мы помним, ядер нет. Внешняя кора. Обычно говорят, что это самая простая часть нейтронной звезды, так как там самая низкая плотность. Поэтому всё (или почти всё) ясно. Отчасти это так. Но именно там находится самый странный океан.



## Хватит, чтобы пойти ко дну

Чем ближе к поверхности, тем меньше плотность. Но у нейтронных звёзд есть фокус: кроме тонкого — менее 100 метров — слоя вблизи поверхности у них везде почти одинаковая температура. Поэтому основание внешней коры получается довольно горячим. Если мы говорим о молодой и не слишком тяжёлой нейтронной звезде (сотни тысяч лет и меньше), то это температура в сотни миллионов градусов, тут уж что кельвины, что градусы Цельсия — всё едино. В результате внешние слои могут плавиться. Обычно это происходит на глубине несколько десятков метров от поверхности. Здесь-то и начинается странный океан.

«Воды» этого океана — так называемая кулоновская жидкость. Состав «воды» может меняться от водорода до железа. Именно в этом слое нейтронной звезды происходит скачок температуры от сотен миллионов градусов на дне до одного миллиона на поверхности. Плотность вещества в нём в десятки миллионов раз больше плотности воды. Глубина как у Азовского моря. Зато покрывает океан всю звезду (пусть и размером с город).

Многие молодые одиночные нейтронные звёзды, которые мы наблюдаем благодаря тепловому излучению их поверхно-

сти, снаружи жидкие. То есть мы видим поверхность океана, постепенно переходящего в плотную атмосферу нейтронной звезды.



## Океан и лёд

Земные океаны сейчас замерзают, за исключением Северного Ледовитого. Этим они отличаются от океана Европы. Там бы давно начали искать жизнь, если бы не надо было тащить в окрестности Юпитера буровую установку: вся Европа покрыта толстым слоем льда — как старушка Европа на Земле в разгар ледникового периода. Может ли быть самый странный лёд на поверхности самого странного океана?

Да. Но. Для этого нужно, чтобы нейтронная звезда была ещё более странной — чтобы она была магнитаром. Про магнитары надо запомнить, во-первых, что они пишатся через букву «и» (если, конечно, вы по какой-либо причине не пишете «магнЕтосфера»). А во-вторых, что вблизи поверхности у них всегда сильное магнитное поле. Примерно в миллион миллиардов раз больше, чем на Земле. И такое поле начинает «руководить» веществом.

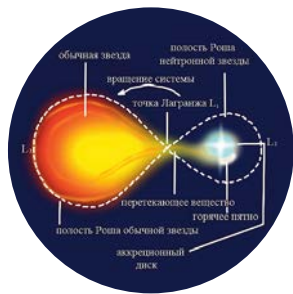
Рассмотрим молодой магнитар. На поверхности у него жарко: три-четыре миллиона градусов. Но поверхность твёрдая. Начиная углубляться — темпе-



**Сергей Попов**, астрофизик, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга МГУ. Автор книги «Суперобъекты: звёзды размером с город». Лауреат государственной премии «За верность науке» как лучший популяризатор 2015 года.

ратура быстро растёт. Уже на глубине семь сантиметров (меньше штыка лопаты) она такая высокая, что может расплавить вещество. Значит, у такого магнитара есть океан, который сверху покрыт тонким (но очень плотным) льдом.

Железные «воды» подо льдом темны и неспокойны. Внешняя часть океана бурлит — тепло горячих недр передаётся поверхности конвекцией. Если магнитар вспыхивает, то, вероятно, лёд ломается, и на поверхности океана плавают «льдины» плотностью в тысячи раз больше, чем у стали.



### Океаны огня

Для того чтобы на поверхности нейтронной звезды «плескалась» жидкость, надо, чтобы там было горячо. А если звезда уже немолода: ей миллиарды лет, и она остыла? Тогда океан может застыть, превратиться в твёрдую кору. Значит, надо её разогреть. Есть один хороший способ сделать это.

В двойной системе на нейтронную звезду может начать перетекать вещество звезды-соседки. Этот процесс называют аккрецией. Вещество звёзд в основном состоит из водорода и гелия. Именно эти два элемента и попадают на поверхность компактного объекта. При этом вещество, разогнанное гравитацией нейтронной звезды до скорости в десятки тысяч километров в се-

кунду, резко останавливается. Выделяется много энергии.

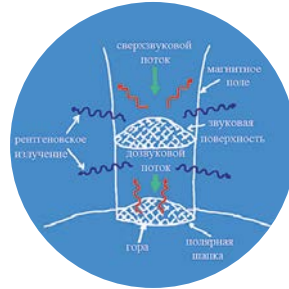
Если вещества перетекает много, то водород начинает превращаться в гелий, а гелий — в более тяжёлые элементы. Обычно это происходит глубоко в недрах нормальных звёзд, которые мы ночью видим на небе, но у нейтронных это происходит на самой поверхности. Температура в этом случае достигает сотен миллионов градусов (для сравнения: в центре Солнца — пятнадцать миллионов). А под этим адом — океан.



### Море синее зажгли

При наличии мощного аккреционного потока над океаном идёт термоядерное горение водорода и гелия. Последний превращается, как правило, в углерод. Так что в основном океан будет состоять именно из него. Очень хочется назвать это жидким алмазом (ведь давление там гигантское), но это было бы преуменьшением. Нас ждёт сюрприз! Разогретый почти до миллиарда градусов океан углерода с плотностью в десять миллиардов раз больше, чем у воды, взрывается. Это термоядерное горение. Вспышка длится около часа, и за это время выделяется столько энергии, сколько Солнце высвечивает за год. Энергии настолько много, что унести её приходится нейтрино.

Но не у всякой нейтронной звезды углеродный океан загорается часто. Надо, чтобы в месте падения вещества не успело быстро растечься, тогда там возникнет область с особенно высокими температурой и плотностью.



### Жидкая гора

Поднять большую волну в океане нейтронной звезды трудно — мешают высокая плотность и очень сильная гравитация. Зато можно строить жидкие горы. Удерживать вещество от растекания помогает сильное магнитное поле.

Вещество нагрето до высокой температуры, плотность крайне высока — электроны оторваны от ядер. Плазма. Заряженные частицы не любят двигаться поперёк силовых линий магнитного поля. Поток вещества со звезды-соседки течёт на магнитные полюса нейтронной звезды как бы по магнитной трубе. И когда всё это падает в океан, плазма не может быстро растечься. Возникает жидкая магнитная гора высотой около метра (твёрдые «горы» на поверхности твёрдой коры вряд ли вырастают выше нескольких миллиметров).

Существование таких гор должно иметь интересное следствие. Из-за нарушения сферической (а заодно и цилиндрической) симметрии, поскольку магнитные полюса не совпадают с полюсами вра-

щения, нейтронная звезда становится источником гравитационных волн. Правда, не слишком мощным, поэтому пока мы не можем напрямую поймать этот сигнал. Но потери момента импульса (то есть, упрощая, энергии вращения) за счёт испускания гравитационных волн можно обнаружить по косвенным свидетельствам, изучая параметры вращения.



### Какая рыба плавает быстрее всех

На нейтронной звезде всё происходит очень быстро из-за сильной гравитации. Гравитационное ускорение на поверхности в сто миллиардов раз больше, чем на Земле. Это означает, что маятник, совершающий у нас колебание за 3 секунды, на нейтронной звезде совершит его за одну стотысячную.

Сильная гравитация приводит к быстрому разделению элементов на лёгкие и тяжёлые. В океане более тяжёлые элементы быстро идут на дно, а сверху остаются лёгкие, это происходит за несколько дней или месяцев. Поэтому океан (если в нём нет конвекции), скорее всего, состоит из чётких слоёв с разным составом (то есть, даже если вы перемешаете «Кровавую Мэри», очень быстро томатный сок окажется внизу). Воспрепятствовать этому может только турбулентное перемешивание, возникающее из-за

большой разницы температур в разных частях поверхности океана и эффекта Холла.

Высокие плотность и температура тоже ускоряют процессы. Из этого было получено фантастическое следствие.

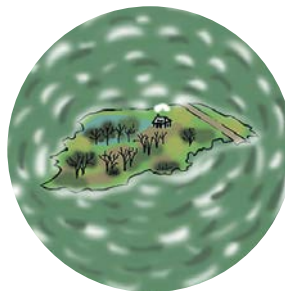
Фрэнк Дрейк (тот самый, автор формулы Дрейка) в 1973 году предложил наистраннейшую идею о том, что нейтронные звёзды могут быть обитаемы. Здесь мы вступаем в запрядельно странные тёмные воды.

Я помню, как в начале 90-х, когда в нашем отделе был единственный 286-й компьютер, приходилось работать на нём по ночам. При этом я учился на 4–5-м курсах, и лекции и семинары никто не отменял. В результате часам к пяти утра состояние ума было совершенно изменённым,

работать было уже почти невозможно. Но все стены были уставлены полками с книгами, и я их листал с произвольного места. Именно в такой момент я и прочёл впервые о жизни на нейтронных звёздах. Удивительной, необычной, невероятной для человеческого понимания.

Идею Дрейка в фантастических романах «Звёздотрясение» и «Драконье яйцо» развил Роберт Форвард (кстати, Форвард по образованию инженер-физик, его диссертация была посвящена детекторам гравитационных волн). Существа должны быть микроскопическими. И с очень высоким темпом жизни. Всё происходит в миллионы раз быстрее, чем у нас. Конечно, это фантастика. Но очень вдохновляюще. По мысли Дрейка, эта жизнь должна

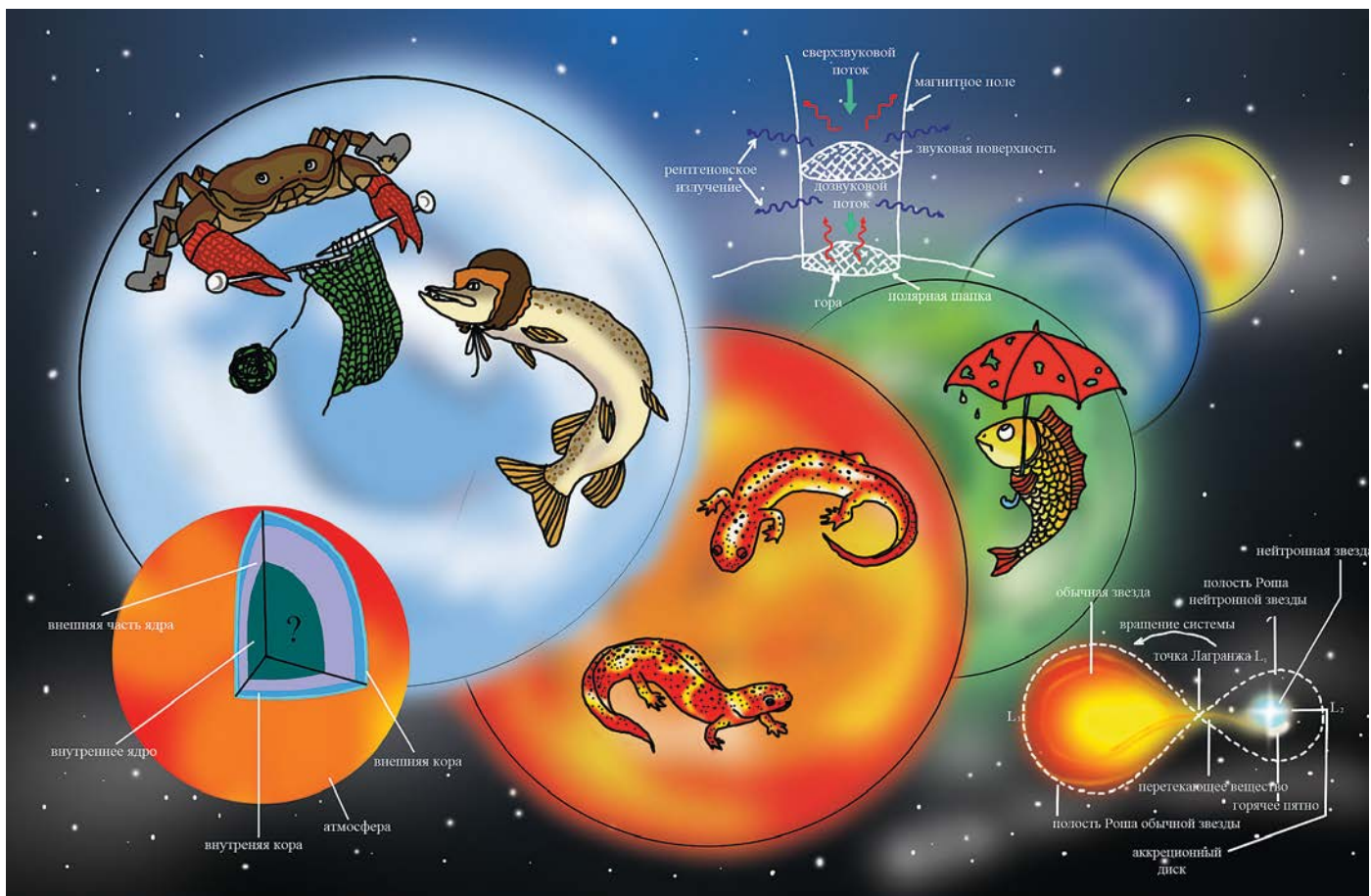
существовать на твёрдой поверхности. Интересно, как бы обернулось дело, будь там ещё и океан?



### Самый странный?

Пожалуй, что да. Из известных. Вообще, в мире неживой природы нейтронные звёзды собрали больше всего интересной физики: высокие плотности, сильные поля, гигантская сила тяжести. Интереснее может быть только живое. Солярис. Правильно Бродский писал: «Рыба интереснее груши». 🐾

☞ Вот только не надо шуточек в духе: «Прведём мысленный эксперимент — поместим коробку с котом на поверхность нейтронной звезды...»

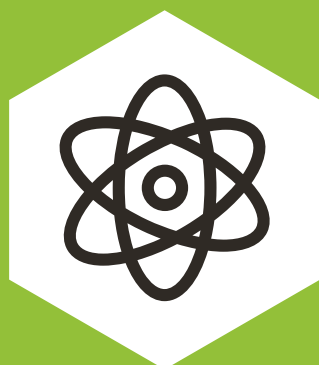




## Магма Пэктусана

Вулкан Пэктусан произвёл **одно из самых сильных извержений** за всю историю цивилизации. В 946 году. При этом его собственная история изучена плохо, потому что он находится на границе Китая и Северной Кореи — одной из самых закрытых стран мира. Однако после серии микроземлетрясений в начале нулевых корейские власти обеспокоились и пустили к себе международную группу учёных: ведь такая активность означает, что где-то в глубинах движется магма. Журнал *Science Advances* опубликовал первый отчёт научной группы: магма расплавил значительную часть коры под вулканом и вокруг него. Вероятность большого извержения есть, но для прогноза нужны дополнительные исследования.

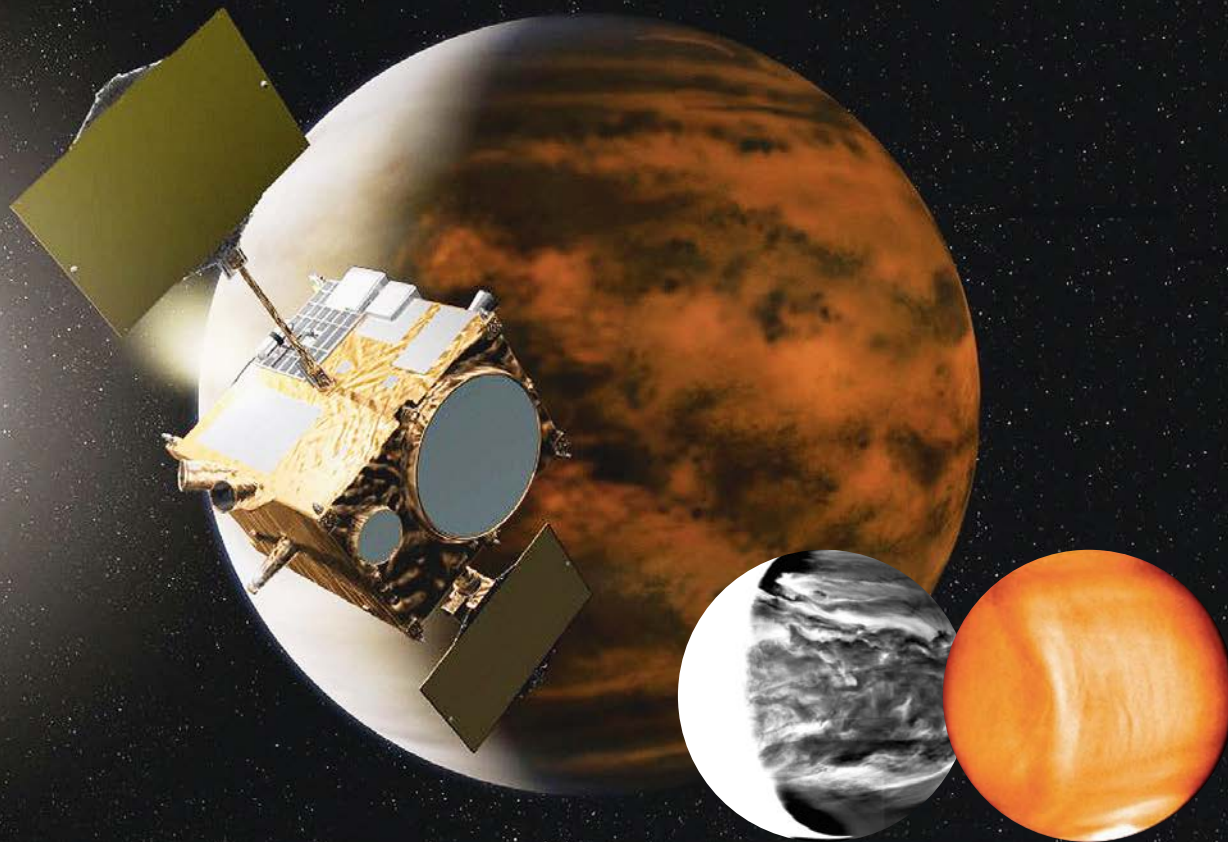




# ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

Вселенная  
Галактика  
Планета  
Материк  
Виды  
Органы  
Клетки  
Молекулы  
Атомы  
Частицы





## Японцы сфотографировали Венеру

// УТРЕННЯЯ ЗАРЯ ВЫШЛА НА ОРБИТУ УТРЕННЕЙ ЗВЕЗДЫ

Японский аппарат «Акацуки» передал первые фотографии с орбиты Венеры. У аппарата сложная судьба, как и у некоторых других межпланетных миссий японцев: с ним теряли связь, отказывал главный двигатель, он улетел в 2010-м на орбиту вокруг Солнца вместо Венеры. Но ин-

женеры не подвели: они пересмотрели программу, использовали маневровые двигатели, и «Акацуки» (в переводе с японского «рассвет, утренняя заря») всё же достиг цели. Правда, на пять лет позже — за это время он 10 раз облетел Солнце. И орбита теперь хуже: вместо планировавшихся

300 км в самой ближней к Венере точке она составляет 4000. Но приборы работают, а значит, можно изучать атмосферу. На снимках видно странное дугообразное облако из серной кислоты, протянувшееся от полюса до полюса. Кстати, если на Венере и есть жизнь, то она где-то там, в облаках: на поверхности очень жарко.

**Публикация:** Elizabeth Gibney / Nature. Vol. 532. P. 157–158.

## В Китае продолжают модифицировать людей

// В ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ ЭМБРИОНЫ ВНЕСЛИ МУТАЦИЮ УСТОЙЧИВОСТИ К СПИДУ

Есть у человека белок CCR5, кодирующийся геном CCR5. И есть мутация в этом гене CCR5Δ32. Маркер Δ32 означает, что в гене недостаёт 32 пар нуклеотидов. Люди с этой мутацией живут и особых неудобств не испытывают. Более того, они устойчивы к заражению вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ).

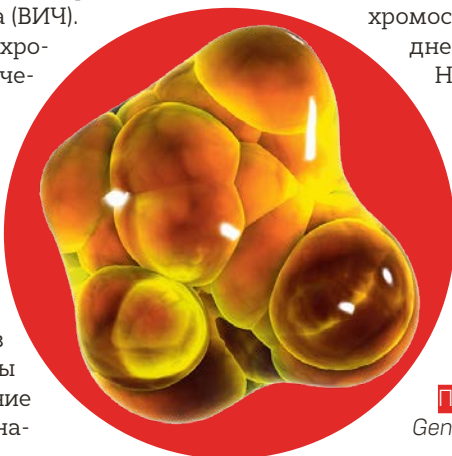
Если мутация в одной из гомологичных хромосом — чуть устойчивее, чем обычный человек, если в обеих — очень устойчивы. Таких всего несколько процентов, в основном в Европе.

Китайские генетики из Гуанчжоу провели эксперимент по внедрению этой мутации в человеческие эмбрионы. Это уже вторая попытка модификации человеческого генома. То есть попыток наверняка было больше, но это вторая из работ, результаты которых опубликованы в научных журналах. Первое исследование делала другая китайская группа — год на-

зад. После публикации их статьи в научном и околонучном мире разразились дискуссии о том, можно ли вообще влезать в геном конкретного человека. Впрочем, эмбрионы и тогда, и сейчас брались непригодные для выращивания в полноценного ребёнка — с лишним набором хромосом. А для экспериментов на несколько дней годятся.

Нынешний эксперимент подтвердил, что новая мощная технология CRISPR/Cas9 позволяет делать с геномом в живых клетках очень многое. В четыре эмбриона удалось внести желаемую мутацию. Однако ошибок пока много: где-то остаётся немодифицированный ген, где-то вносятся лишние мутации. Важно не это. Важна заявка: мы будем продолжать изменять геном человека.

**Публикация:** Kang X. et al. / J. Assist. Reprod. Genet.



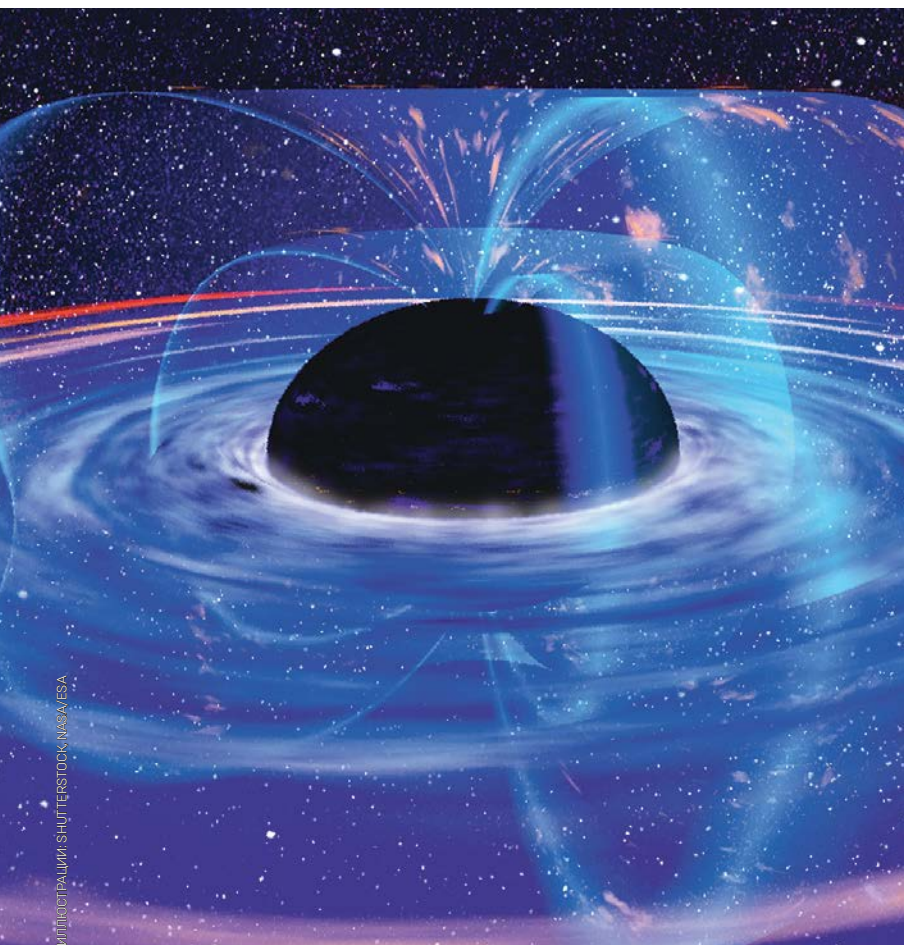
# Олениха умерла от прионов

// СМЕРТЕЛЬНАЯ БОЛЕЗНЬ ТЕПЕРЬ В ЕВРОПЕ

Зарегистрирован первый в Норвегии случай смерти от хронической изнуряющей болезни. Учёные надевали ошейники с GPS-маяками на самок диких северных оленей, чтобы проследить их передвижение, и наткнулись на больную особь. Олениха вскоре умерла, её тело доставили в Норвежский ветеринарный институт для экспертизы. При стандартных тестах на прионы выяснилось, что самка страдала хронической болезнью изнурения (CWD). Этот недуг свойственен оленям и лосям Северной Америки, а также Южной Кореи, куда инфекцию завезли вместе с животными. В Европе регистрируется впервые, так же как и впервые обнаружен у этого вида оленей. CWD — смертельная болезнь, вызываемая прионами. Это не вирусы, а просто белки. Те же самые, что в норме присутствуют в мембранах

клеток: PrP. Но они могут изменить свою трёхмерную структуру, собраться в волокна и бляшки и в конце концов разрушить центральную нервную систему. Самое интересное, что такие изменённые молекулы (их называют PrP<sup>Sc</sup>) могут модифицировать нормальные молекулы PrP. А ещё, как обычная инфекция, могут передаваться от организма к организму — например, через почву. Прионовые болезни обычно развиваются очень медленно, годами, но всегда приводят к смерти. Наиболее известные среди них — коровье бешенство и куру. Учёные спорят о пути попадания CWD в Норвегию. Версий две: завоз инфекции и спонтанное изменение белков в организмах норвежских животных. Склоняются ко второй.

**Публикация** сообщение на сайте Норвежского ветеринарного института.



# Тёмная энергия стала сильнее?

// ПЕРЕСЧИТАЛИ ПОСТОЯННУЮ ХАББЛА

Вселенная, как известно, расширяется. Известно — как. Астрофизики во главе с нобелевским лауреатом Адамом Риссом посчитали с предельной на сегодня точностью скорость этого расширения — постоянную Хаббла. Учёные анализировали данные телескопа «Хаббл» (да, у астрономов свои герои) для 18 галактик. Расстояние и скорость удаления высчитывалась по так называемым стандартным свечам — звёздам с известной яркостью. В результате ошибку измерения удалось свести к 2,4% против предыдущего рекорда 3,3%.

Этой небольшой разницы хватило, чтобы поставить под сомнение существующие космологические модели. Несоответствие в скорости расширения, если высчитывать её описанным выше способом и через параметры реликтового излучения. Раньше на это расхождение можно было закрыть глаза, теперь — нет. Измерения точны и там и там, значит, что-то неверно с моделью. Сам Рисс предполагает, что причина либо в тёмной энергии, которая «растаскивает» пространство, либо в тёмной материи — не открытых пока частицах. Первая, по его словам, может усиливаться со временем. Рисс, собственно, и явил миру тёмную энергию в 1998 году.

**Публикация** Riess A. G. et al. / arXiv:1604.01424 [astro-ph.CO].



## Всем ли хватило самоуправления?

В календаре ООН время с 25 по 31 мая обозначено как «Неделя солидарности с народами несамоуправляющихся территорий». Ещё 70 лет назад чуть ли не полмира находилось в чьей-то зависимости. Но сейчас ситуация иная. Официально «несамоуправляющимися» признаны почти двадцать стран. Прав-

да, полноценным государством по большому счёту можно считать только одно — **Западную Сахару**, в которой живёт больше полумиллиона человек и которая вот уже сколько лет борется за отделение от Марокко. Остальные страны — это в основном небольшие острова, которые не слишком тяготеют к колониальным игам.

Другое дело — территории, которые не попали в список ООН. Борьба за независимость, нередко вооружённая, идёт по всему земному шару, от далёкой Африки до соседних с Россией регионов. На одной чаше весов право на самоопределение («героические борцы за свободу»), на другой — защита целостности государства («подлые сепаратисты»). Как безболезненно сделать выбор, человечество не знает.



# homo sapiens

Психология  
Социология  
Экономика  
Педагогика  
Лингвистика  
История  
Антропология  
Медицина





рестройки. В 1984 году была провозглашена реформа образования, и одним из главных её результатов стало введение в программу уроков информатики. В 90-е годы государство подтвердило курс на информатизацию: интернет, современные компьютеры, интерактивные доски и всё такое. Получилось неплохо. Согласно международному исследованию, проведённому Организацией экономического сотрудничества и развития, по темпам компьютеризации школы (с 2003 по 2011 год) мы занимаем второе место в списке из двадцати ведущих стран мира, уступая только Нидерландам.

В последние годы на школу накатила третья волна. Фактически у каждого ученика есть в кармане смартфон или планшет, который по техническим характеристикам не уступает настольному компьютеру в кабинете информатики и при этом всё время подключён к интернету. Эта технологическая революция произошла уже не по инициативе государства, а скорее вопреки ему. Во многих странах учителя уже приспособились к новым условиям.

## Для чего школьникам гаджеты?

// ТРЕТЬЯ ВОЛНА ИНФОРМАТИЗАЦИИ: «РЕВОЛЮЦИЯ СНИЗУ»

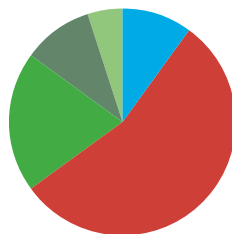
Представьте себе обычную районную школу. Учитель у доски рассказывает что-то умное. Допустим, дело происходит на уроке географии: — Уральские горы богаты полезными ископаемыми: рудами металлов, драгоценными и поделочными

камнями... Так! Маша! А ну дай сюда свой телефон! Верну, когда урок кончится. — Но почему, Марьиванна?! — Да потому что ты отвлекаешься и не слушаешь, что я рассказываю! — Не отвлекаюсь я, — обиженно произносит условная Маша и демонстрирует

экран смартфона весь в уральских малахитах и родонитах... Эта история отражает суть исследования, проведённого аналитиком Института образования НИУ ВШЭ Дианой Королёвой. Она выделила три волны информатизации российской школы. Первая началась ещё до пе-

### Можно ли вообще использовать мобильное устройство во время урока?

Запрещено и никто не пользуется	10%
Запрещено, но некоторые пользуются	55%
Запрещено, но все пользуются	20%
Разрешено	10%
Затрудняюсь ответить	5%

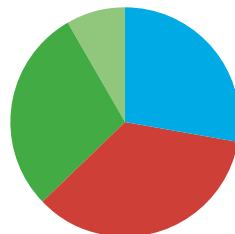


### Самые популярные у подростков социальные сети

ВКонтакте	91%
Instagram	50%
Facebook	29%
Не зарегистрирован (а) ни в одной из социальных сетей	3%

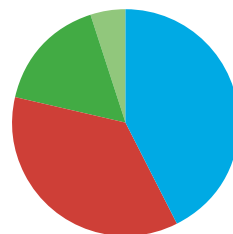
### Используете ли вы мобильный телефон или другой гаджет во время урока не для учёбы?

Никогда	28%
Очень редко	36%
На некоторых уроках	29%
Почти на всех уроках	7%



### Используете ли вы социальные сети для поиска информации по учёбе?

Да, часто	44%
Да, но редко	37%
Нет, никогда	17%
Затрудняюсь ответить	2%



### Самые популярные у подростков способы выйти в интернет вне дома

Смартфон	91%
Планшет	45%
Ноутбук	39%
Нет ни одного устройства для подключения к мобильному интернету	3,5%

Например, существует формат урока BYOD (Bring Your Own Device) — «Принеси собственное устройство». У нас такое может произой-

ти только в очень продвинутой школе. «Наша образовательная система пока не выработала тактику поведения в усло-

виях новой волны информатизации, не инициированной государством, а продиктованной самими пользователями, школьниками, в условиях массового распространения мобильных технологий. На разных уровнях системы приняты определённые решения, и часто они между собой конфликтуют, а единого мнения и обоснованного регламента использования мобиль-

ных устройств и интернет-технологий в школах нет», — пишет Диана Королёва. Свои выводы она подтверждает результатами опроса, в котором приняли участие более 3000 московских старшеклассников. **Кто исследовал** Королёва Д. О. (Институт образования НИУ ВШЭ). **Где опубликовано** Вопросы образования // 2016. № 1. С. 205–224.

## Кто определяет красоту среди студентов?

// В КАЖДОЙ ГРУППЕ ЕСТЬ «ЗНАЧИМЫЙ ОЦЕНЩИК»

Исследование ростовских психологов показало, что в студенческих группах всегда есть те, чьё мнение о внешности окружающих воспринимается как более весомое. Таких людей назвали «значимыми оценщиками внешнего облика».

Авторы работы пришли к выводу, что этих самых «значимых оценщиков» отличают три признака. Во-первых, они высоко оценивают собственную внешность и привлекательность для противоположного пола. Во-вторых, окружающие тоже считают их более симпатичными. Ну, а в-третьих, «значимые оценщики» не скупятся на комплименты, связанные с внешними данными. Что из этого причина, а что следствие, определить пока не получается.

**Кто исследовал** Лабунская В. А., Капитанова Е. В. (Южный федеральный университет).

**Где опубликовано** Социальная психология и общество // 2016. Том 7. № 1. С. 72–87.



## Как на Руси появились замки и ключи?

// УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАПИРАНИЯ НАМ ПРИВЕЗЛИ ВАРЯГИ

Историки выяснили, когда на Руси начали пользоваться замками и ключами. На рубеже IX–X веков. К этому времени Европа уже давно освоила технологию запираания дверей и ворот — железные замки широко применялись ещё в Древнем Риме.

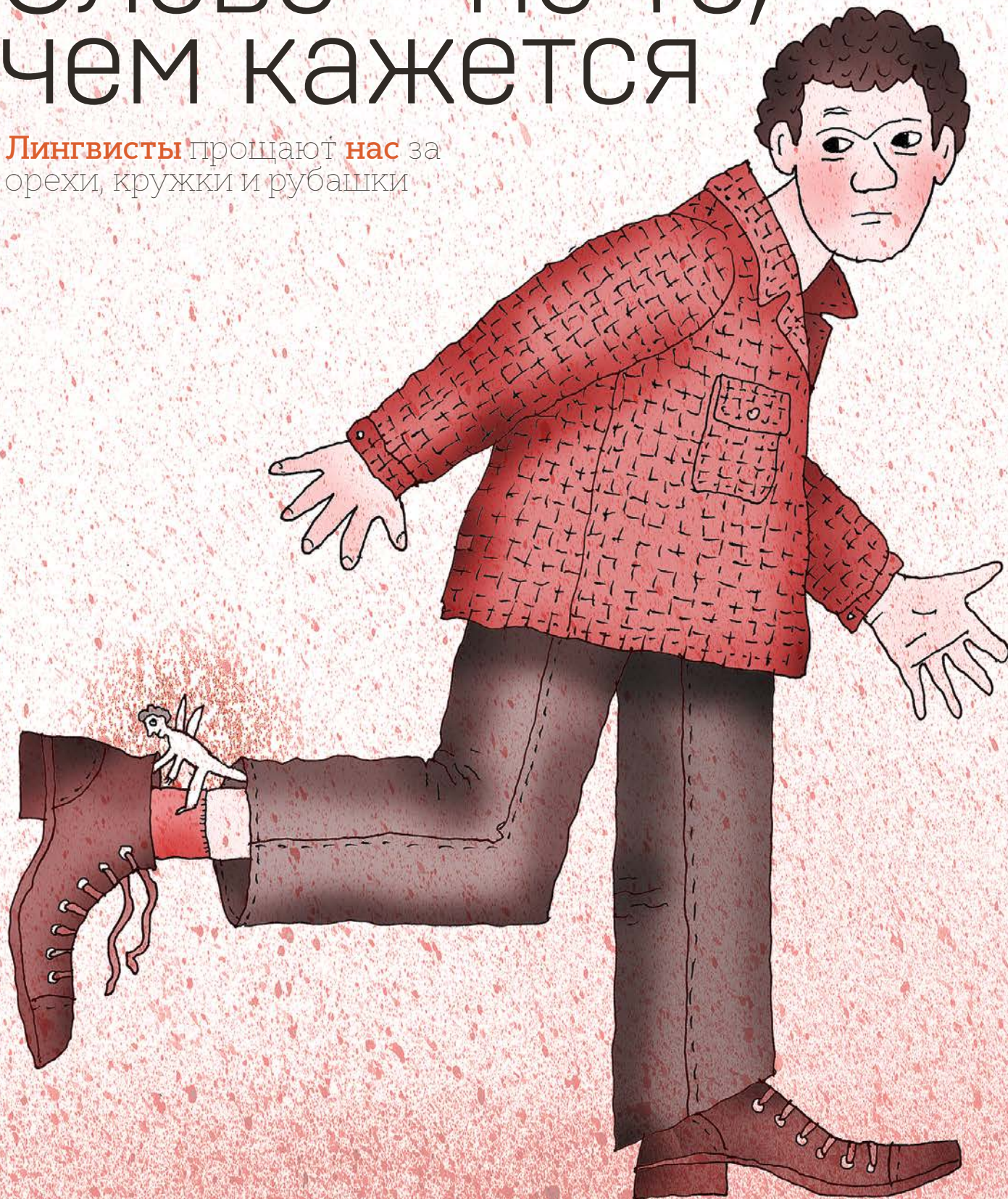
К нам этот полезный в хозяйстве гаджет попал благодаря контактам со скандинавскими народами. Самые древние находки замков совпадают с маршрутом торгового пути «из варяг в греки» — это районы Новгорода и Ладоги. Правда, автор исследования отмечает: «Находки рассматриваемых изделий на поселениях немногочисленны, в этот период замки и ключи ещё не так широко применялись в хозяйстве древнерусского населения».

**Кто исследовал** Кудрявцев А. А. (Институт археологии РАН).

**Где опубликовано** Российская археология // 2016. № 1.

# Слово — не то, чем кажется

Лингвисты прощают нас за  
орехи, кружки и рубашки





**Почему-то считается, что те, кто изучает язык, озабочены только одним вопросом: как правильно писать и говорить? Но лингвистов гораздо больше занимает, почему люди именно так говорят и пишут. Этим они напоминают биологов, которые изучают устройство природы, а не борются с ошибками эволюции. Многие слова мы употребляем неправильно с точки зрения формальных правил. И даже зная это, всё равно продолжаем называть арахис орехом и путать чашку с кружкой. О проблемах использования бытовой лексики мы поговорили с лингвистом Борисом Иомдиным.**

## Земляной орех? Или не орех?

**[КОТ ШРЁДИНГЕРА]** На конференции по компьютерной лингвистике вы выступали с докладом, который назывался не совсем обычно для такого мероприятия: «Что такое орехи?» Откуда такая тема?

**[БОРИС ИОМДИН]** Я занялся этим из личных соображений: у моего сына аллергия на орехи. Стал выяснять: на орехи — это на что? Это важно, ведь аллергия — вещь опасная. Сначала у меня были только общие знания, что арахис, к примеру, это не орехи, а бобы. Ну хорошо, остальное вроде бы орехи.

И тут выяснилось, что вообще-то всё сложнее, потому что существует несколько их биологических градаций, а некоторые биологи и вовсе предлагают отказаться от термина nut, потому что он ужасно размытый. Такое случается со всеми словами, которые из бытовой лексики переходят в разряд терминов. Выясняется, что все их понимают по-разному.

**[КШ]** Значит, когда мы называем арахис орехом, мы ошибаемся?

**[БИ]** Мой пафос состоит в том, что нужно разделять общеязыковое употребление и профессиональное. Что значит «ошибаемся»? Если человек пишет научную работу и называет арахис орехом, он ошибается. Немного сложнее охарактеризовать ситуацию, когда человек просто так, в быту, сообщает, что арахис — это не орехи. Говоря научным языком, переходить на ненаучный неправильно, а с ненаучного вдруг перейти на научный — не то что-

бы неправильно, но кто-то может не понять. Когда мы говорим «солнце садится», то понимаем, что никуда оно не садится, не заходит, и всё это происходит по-другому. Языковая картина мира не сводится к тому, что мы просто описываем реальность.

**[КШ]** Например?

**[БИ]** В анатомии много того, что мы называем не так, как медики и биологи. Мы знаем, что завитки бывают у волос. А в анатомической терминологии завиток — это часть уха. Есть завиток, есть противозавиток, козелок, противозавиток... Эти слова мало кто знает. Ну кто, в самом деле, станет рассуждать о частях уха? А вот есть такие — любители и знатоки пирсинга, допустим. В анатомии и медицине много подобных примеров: это такие области, которые люди обсуждают и в быту, и не в быту. В юридических документах этого тоже полно. Терминология там ужасно выверенная, важно буквально каждое слово.

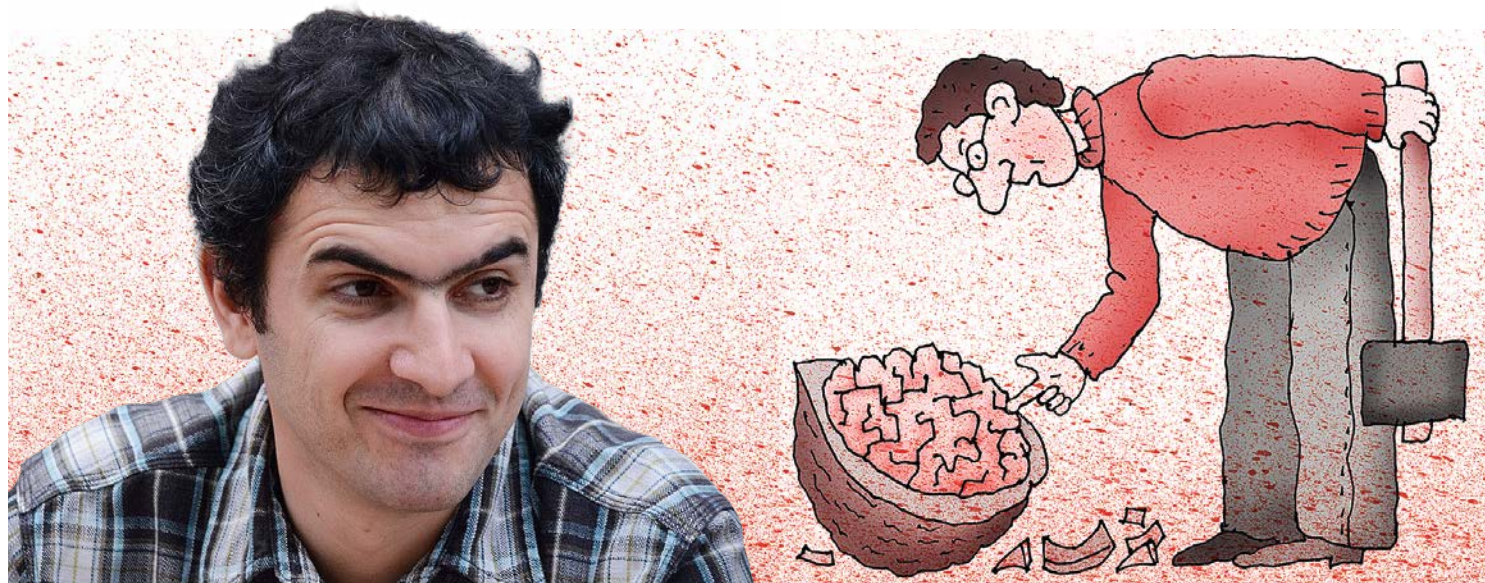
**[КШ]** Наверное, из-за разницы в понимании слов часто возникают проблемы во время судебных разбирательств?

**[БИ]** Конечно! Есть, например, такой юридический термин, как гражданский брак. Что это такое?

**[КШ]** Люди живут вместе, но не расписаны в загсе.

**[БИ]** Большинство именно так и думает, хотя возникло это словосочетание в противовес церковному браку и означает как раз таки гражданский брак, зарегистрированный государством. Раньше браки заключались в церкви. Потом, в советское время, появились загсы. Было много людей, которые регистрировались в церкви, и много тех, кто расписывался в загсе. Эти виды браков надо было как-то различать. Сейчас другая картина: людей, которые регистрируют брак в церкви, а не в загсе, я думаю, мало. Зато много тех, кто просто живёт вместе, и их тоже нужно как-то называть. Ну и, грубо говоря, вспомнили, что было такое словосочетание — «гражданский брак», лежало себе на полке, пылилось, то есть мало использовалось. Достали его оттуда и начали применять для обо-

**Борис Иомдин.**  
Выпускник МГУ им. М. В. Ломоносова, кандидат филологических наук. Заведующий сектором теоретической семантики в Институте русского языка им. В. В. Виноградова РАН. Преподаватель Школы анализа данных Яндекса, доцент факультета филологии НИУ ВШЭ. Организатор лингвистических школ и олимпиад.



## ЧТО ИЗ ЭТОГО НЕ ОРЕХИ?

// РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА, ПРОВЕДЁННОГО БОРИСОМ ИОМДИНЫМ СРЕДИ ПРИМЕРНО ТЫСЯЧИ РЕСПОНДЕНТОВ

Слово	Не считают орехом
Каштан*	51%
Кокос	38%
Арахис	23%
Кедровый	12%
Пекан	10%
Кешью	5%
Фисташка	5%
Бразильский	4%
Миндаль	4%
Грецкий	1%
Фундук*	0%

\* «Настоящие» орехи с точки зрения ботаники.

значения ситуации совместного проживания. Юристы, конечно, протестуют.

## Морковное варенье? Или не варенье?

**[КШ]** Что самое сложное в употреблении слов, с которыми мы сталкиваемся каждый день?

**[БИ]** В чём действительно бывают проблемы, так это в определении, как что называется. Вот у нас есть предмет, и как узнать, что это? Нет такой штуки, которой предмет покажешь, а она скажет, что это. Есть словарь. Но как узнать, например, что на мне сейчас надето?

**[КШ]** Джемпер, водолазка?

**[БИ]** Слово «водолазка», кстати, в словарях почти не встречается, потому что не особо распространено, хотя сейчас, конечно, стало более известным. Изначально это было московское слово. А в Питере водолазку до сих пор называют «бодлон», не слышали? Как-то в Петербурге на вокзале всё было увешано рекламой: «По-вашему “водолазка”, а по-нашему “бодлон”. По-вашему “шаурма”, по-нашему “шаверма”. По-вашему “бордюр”, по-нашему “поребрик”... А мы, банк такой-то, обслуживаем всех».

В некоторых регионах водолазку называют битловкой, потому что битлы такое носили. В некоторых — роллингом, то ли потому, что «Роллинг Стоунз» их тоже носили, то ли потому, что по-английски rolling — это что-то закручивающееся, как ворот водолазки.

**[КШ]** И что с этим делать?

**[БИ]** Такие слова и правда камень преткновения, потому что у них нет одного названия, которое бы всех устроило. Водолазка, если верить разным словарным источникам, имеет длинный ворот. У меня такого нет. И что это тогда? Некоторые говорят, что всё-таки водолазка, а некоторые протестуют: как же так, тут нет ворота. У нас дома всё время идут такие споры. «Принеси водолазку. Это не водолазка!» Собственно, из этих споров и возникла моя деятельность. Но споры дома — это ладно. Я читал форумы, где жаловались люди, которые продают одежду. Им действительно важно знать, как всё это называется: от этого зависят налоги.

Был относительно недавно в ЕС случай с морковкой. Проблема такая: когда Европейский союз образовался, нужно было стандартизировать терминологию. Естественно, сделать это очень сложно, потому что везде свои тради-

ции, языки. В частности, нужно было договориться, что такое варенье. И поначалу решили, что вареньем является приготовленный определённым образом десерт из фруктов. Проблема возникла в Португалии, где национальным блюдом является варенье из морковки. При такой формулировке они бы потеряли право продавать своё варенье. Так что теперь есть специальная директива ЕС, где написано, что варенье делается из фруктов, а фруктами в этом смысле считается то-то, то-то и морковь. Реальность огромна и непрерывна, а терминология должна как-то её упорядочивать, устанавливая границы. Иногда получается забавно.

Например, арбуз — это что?

**[КШ]** Ягода?

**[БИ]** Это мой любимый пример, потому что про арбуз все говорят: «А вот он — ягода!» Но это неправда. Это, так сказать, следующий уровень знания. Ясно, что в жизни даже те, кто считает арбузы ягодами, не скажут: «Я пошёл по ягоды, арбузов принесу». В какой-то момент в школе для упрощения говорили, что арбуз — ягода.

На самом деле с биологической точки зрения арбуз — это тыква. Ещё к тыквам относятся тыквы, дыни... и огурцы. Дыня и огурец биологически почти одно и то же. Помню, у нас в детстве говорили: «Хочешь дыню — намажь огурец мёдом, получится вкус дыни». Оказывается, это имеет какой-то смысл. Слово «арбуз», кстати говоря, по происхождению персидское, оттуда пришло в тюркские языки и потом к нам. Означало оно буквально «ослиный огурец»; «ослиный» — это, по-видимому, большой. Как у нас «лошадиная доза».



## Маникюр? Или куртка?

**[КШ]** Как же выяснить, какой смысл люди вкладывают в то или иное слово?

**[БИ]** Пожалуйста: опросы, корпуса текстов, поиски по картинкам, источники вроде ГОСТов, текстов законов и вообще текстов разных жанров, записи устной речи — это вообще очень ценная вещь. Есть такой проект «Один речевой день»: на человека вешают диктофон, он ходит с ним целый день, и всё записывается. Коллеги из Питера, которые этим занимаются, давали нам свои материалы: это практически другой язык.

Есть такие хитрые опросы, когда мы играем с людьми. А те даже не догадываются, что мы их опрашиваем, потому что

лучший эксперимент — это когда человек не знает, что он в нём участвует. Ещё лучше, когда и экспериментатор не знает, но такого у нас пока нет. Игра в шляпу, не так давно ставшая популярной, — это прямо для нас. Ты вытягиваешь бумажку и должен быстро объяснить остальным слово, не называя его. Тут мы сразу много чего видим.

Я специально играю с людьми разного возраста: первокурсниками, старшеклассниками, студентами, со своими коллегами и пожилыми профессорами-академиками. Конечно, у них у всех разный словарный запас, значит, и понимают они слова по-разному.

**[КШ] И что получается?**

**[БИ]** Вообще, довольно трудно заставить играть вместе людей разного возраста. Но иногда получается — например, на Летней лингвистической школе, где как раз и школьники, и студенты, и преподаватели. Ну и обстановка располагает. А ещё для этого можно использовать социальные сети.

**[КШ] Что же позволяют увидеть результаты опросов пользователей «ВКонтакте»?**

**[БИ]** В частности, региональное распространение слов и выражений. Особенно интересно, когда одно и то же слово в разных местах употребляют с противоположным значением. Вот что такое «под горку»?

**[КШ] «Идти в гору» — это первая ассоциация. То есть подниматься.**

**[БИ]** В нашем опросе были такие результаты: «вверх» — 22%, «вниз» — 70%, «не знаю» — около 5%. При этом во всех словарях написано, что «под горку» значит «вниз». Оказывается, тут не всё просто. В основном люди, которые говорят, что «под горку» — это «вверх», из Белоруссии либо с Украины. Почему именно эти регионы? По-польски «под гору» означает «вверх». Я специально сравнивал русские и польские тексты — в некоторых местах переводчики ошибались, потому что не могли себе представить, что по-польски это слово значит не то же самое, что по-русски. Это один из многочисленных примеров польского влияния на белорусский и украинский.

Возрастное распределение в сети «ВКонтакте» — тоже интересное явление. Знаете ли вы слово «сокс»?

**[КШ] Игра есть такая, с маленьким мячиком.**

**[БИ]** Вот, знаете. Среди пользователей «ВКонтакте» эту игру знают 77% опрошенных, 23% не знают. Можно списать на возраст. Но в «Фейсбуке», где окружение постарше, это слово знает гораздо меньше людей. Кстати, что такое «штандер»?

**[КШ] Не знаю.**

**[БИ]** С этим словом совсем другая картина: среди пользователей «ВКонтакте» его не знают 85% опрошенных. А в «Фейсбуке» наоборот. Это старая игра, она встречается в текстах 1930–1950-х годов. Слова уходят и приходят, и так появляются поколенческие различия. Совсем недавно мы изучали слово «френч». Что оно значит?

**[КШ] Маникюр такой есть.**

**[БИ]** Ура. Теперь открываем словарь. «Военная куртка в талию с четырьмя накладными карманами». Я проверил, как это называется по-английски. Предположил, что french. Но нет такого! Ни в одном словаре. Фельдмаршал Френч есть, но в честь него почему-то только у нас назвали куртку. Дальше вопрос: что это значит? На семинаре мы работаем с поиском картинок в Яндексе. Ввели слово, чтобы посмотреть, как именно выглядит эта одежда. И что по-

лучили? Маникюр. Для меня это было потрясением. Я понятия не имел, что есть такое значение. Все картинки про маникюр! Никаких курток. Слово меняет смысл. Дальше смотрим статистику поиска в Яндексе. Что люди искали? «Френч ногти», «френч на ногтях», «френч новинки», «френч дизайн»... Фото, гель, прочее — это всё про маникюр. Значит, сейчас актуален вот этот френч.



## Душа в сердце? Или в желудке?

**[КШ] Какова конечная цель этих исследований, как сейчас любят говорить — прикладное значение?**

**[БИ]** Я занимаюсь разного рода словарями. Сейчас мы составляем Активный словарь русского языка. Его придумал замечательный лингвист Юрий Дереникович Апресян, под его руководством мы и работаем.

**[КШ] Что за словарь?**

**[БИ]** В придачу к значениям слова там даётся объяснение, как это слово употреблять. Словарь для тех, кто хочет правильно пользоваться современным русским языком. Есть словарь бытовой лексики, работой по его составлению руковожу я. Он немного другой: там есть и редкие слова — кому-то ведь нужно знать, как называется та штучка на шнурках или что-нибудь другое. Или чем различаются манто, шубы, дублёнки, полушубки, тулупы, зипуны...

В четверг утром у нас семинар по активному словарю, вечером — по бытовому. И вот утром мы обсуждали слово «душа». Моя коллега Елена Владимировна Урысон написала статью об этом слове, а оно невероятно сложное, считается непереводаемым на другие языки. Тысячи лингвистических работ посвящены значению слов «душа», «то-ска», «судьба»... Вот по-английски «душа» — soul, но если она ушла в пятки, это уже не soul. Чего-то можно хотеть в глубине души, чего-то нельзя. «В глубине души она хотела сладкого чая» — смешно звучит.

**[КШ] Мда... Непросто.**

**[БИ]** Да уж. Тут тоже есть наивная картина мира и научная. В научной картине мира никакой души нет. С точки зрения религиозной — есть, да ещё и в разных религиях по-разному. Где-то есть переселение душ, где-то нет, в христианстве одно, в буддизме другое. А есть просто язык. Когда я говорю «хорошо посидели, с душой», я же не имею в виду, что посидели с чьей-то душой. Или «душа в пятки ушла» — я же не представляю при этом некую субстанцию, уходящую в пятки. И есть ещё десятки выра-

жений со словом «душа». Они встроены в язык, и мы даже примерно представляем, где душа находится. Вчера у нас был спор: душа — она в груди или всё-таки ближе к пищеводу?

**[КШ] И где?**

**[БИ]** Высказывались разные точки зрения. Как это определить? Наука не поможет, а в языке надо как-то описать. И объяснить носителям других языков, которые учат русский, где душа. Куда мы показываем, когда говорим, что «за душу берёт»? Чем тогда душа отличается от сердца? Вот этим мы утром занимаемся. А вечером изучаем кафтаны, дохи, дублёнки и прочее. И тут попадаетеся нам слово «душегрейка». Есть телогрейка, а есть душегрейка. Это о противопоставлении души и тела? Вроде оба вида одежды греют, но что именно? Что на что надевать: телогрейку на душегрейку или наоборот? Телогрейка — одежда простая, незелегантная, что ли, вроде ватника. Душегрейка, напротив, это что-то для девушек, небольшое — только душу и греет.

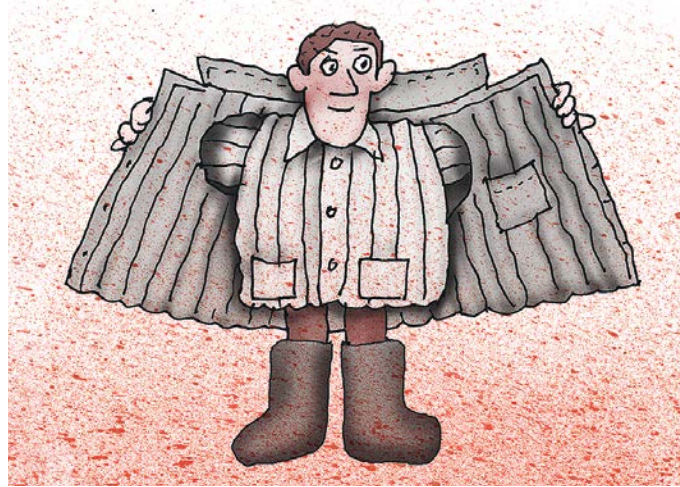
В продолжение темы верхней одежды: когда мы искали словосочетания с «манто», то вышли на «манто из огурцов». Как вы думаете, что это такое?

**[КШ] Манты?**

**[БИ]** Вот мы тоже так думали. А в чём их делают?

**[КШ] В мантоварке.**

**[БИ]** Да, в мантоварке, а кто-то говорит «мантышница». И это мы тоже должны описать. Ну а «манто из огурцов» — именно манто, мы даже ролик посмотрели на телеканале «Еда». Такое блюдо: в нарезанные огурцы заворачивают что-то типа салата. Наподобие селёдки под шубой. Почему, кстати, под шубой? Потому что селёдке холодно, нужно укрыть её чем-то сверху. Оказывается, ещё и манто из огурцов бывает. Язык очень богат на такие переносные значения как раз в области еды, я ими много занимался.



## Мы пьём из чашки? Или из кружки?

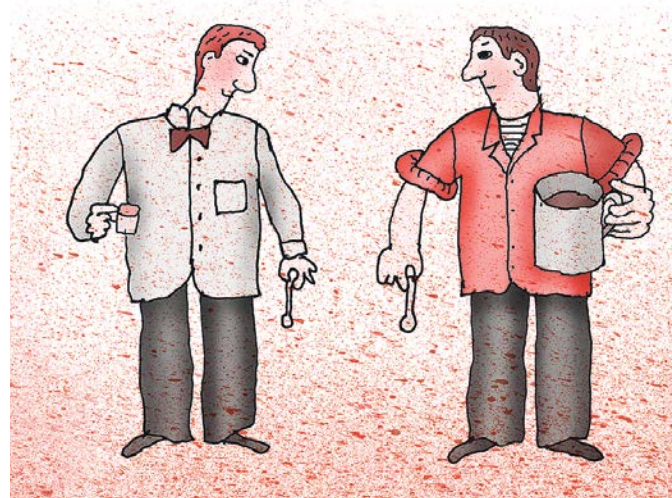
**[КШ]** Многие сталкивались с «проблемой» кружек и чашек. Чем же они отличаются друг от друга?

**[БИ]** О, на этой паре много чего тестируют — например, различия в понимании, связанные с возрастом. Мы провели опрос: чем различаются чашка и кружка? Оказалось, что современные школьники слово «чашка» используют редко. Из чашки не пьют, она стоит где-то в серванте, в сервизе, и мама достаёт её, когда приходят гости.

А так мы пьём из кружек. То есть кружка для них обычная вещь, а чашка — нет. К тому же чашка не единичный предмет, она входит в сервиз, да ещё и подаётся вместе с блюдом. Люди постарше различают чашку и кружку по форме: кружка цилиндрическая, чашка — расширяющаяся сверху. Ещё чашка тоньше, а в кружку наливают и другие напитки — пиво, например. Но окончательного ответа на вопрос о различиях я не дам.

**[КШ] Ещё одна проблемная пара — рубашка и сорочка.**

**[БИ]** Сорочка — это скорее магазинное слово, хотя довольно древнее. Кстати, и рубашка, и сорочка — редкие примеры названия одежды с исконно русскими корнями. Я проводил эксперимент — просил описать картинку, на которой были изображены люди в разной одежде. Сорочку называли на порядок реже, чем рубашку. А в магазине люди удивительным образом перестраиваются: приходят — покупают сорочку, выходят — радуются новой рубашке. В общем, основное отличие сорочки от рубашки в том, что первое звучит более официально. Кроме того, сорочки бывают разве что мужскими и женскими. А рубашки сейчас разные: поло, под костюмы, навыпуск, длинные, короткие... Поэтому и само слово шире используется. Но почему так получилось? Почему сорочка ушла в магазины, а рубашка в народ? Сложно сказать.



## Отксерить? Или откопировать?

**[КШ]** Как рождаются слова для новых явлений, например для техники?

**[БИ]** Иногда названия заимствуются из языка, откуда пришли сами предметы. Например, «манто» — это французское слово, так в первоизданном виде у нас и сохранилось. А есть слово «ксерокс». Откуда оно? Это просто название фирмы, которая первой стала продавать свои ксероксы в России, и теперь все копировальные приборы, независимо от производителя, называются ксероксами. Есть, правда, люди, которым запрещают использовать это слово.

**[КШ] Учёные-лингвисты?**

**[БИ]** Нет, почему же? Лингвисты хорошие, они любят слова и любят их изучать. Запрещается говорить «ксерокс» сотрудникам фирм-конкурентов — Canon, например. Поэтому придумали слово «копир». А в Монголии любые ксероксы называются «кэнон», потому что туда первой пришла фирма Canon.

Мы часто забываем, откуда на самом деле произошли те или иные названия. Слово «сланцы» звучит как что-то английское, вроде slip — «скользить». А это российский город, в котором эта обувь изготавливалась. На ней было написано «Сланцы», и люди решили, что так называется предмет. Даже единственное число образовалось: сланец. А кирзовые сапоги, по одной из версий, это сокращение от Кировского завода. И уж совсем мало кто знает, что слово «унитаз» происходит от названия испанской фирмы и на латыни означает «единство».

Новое понятие может быть калькой с иностранного языка — например, «компьютерная мышь». Могли бы позаимствовать слово mouse, но это такой понятный образ: с хвостиком, по столу бегают. Это не только калька, но и метафора.

Как и словосочетание «Всемирная сеть». А вот слово «интернет» мы не стали превращать в «междусеть». Кое-кто, правда, пытается, но безуспешно: очень сложно заставить людей говорить по-новому.

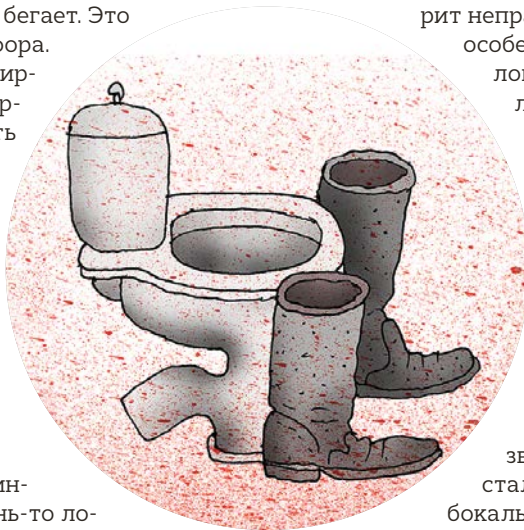
**[КШ] К слову об интернете: там появляются совсем новые слова типа «эмоджи». У них есть какое-то одно значение или они тоже многозначные?**

**[БИ]** Тут, конечно, больше единства: интернет-сленг не очень-то локализован. И область проживания пользователей играет не такую уж большую роль. Недавно в «Фейсбуке» появились новые смайлики: «хаха», «удивлён», «возмущён»... И всё равно их называют лайками, хотя не все из них лайки. Один мой коллега сразу задался вопросом: появятся ли соответствующие английские глаголы? Ведь говорят «I liked your post» в смысле «Я поставил лайк твоему посту». А теперь что? «I wowed» или «I haha'ed»?

**[КШ] У нашего главного редактора есть телефон-лопата — что-то среднее между обычным смартфоном и планшетом. Производитель назвал это «фаблет». А как на самом деле?**

**[БИ]** Да, фаблет, было такое... Мы изучали эти вещи. Ноутбук и нетбук — чем они различаются? Многие вообще не пользуются такими словами, говорят «компьютер» — и всё. А ведь есть ещё айпад, бук, десктоп, макинтош, планш, планшетник, субноут, субноутбук, даже таблетка. Дело в том, что некоторые фирмы хотят позиционировать свой продукт как уникальный и вводят новое слово, которое иногда приживается, а иногда нет, и это не всегда предсказуемо. «Фаблет», по-моему, не прижился. А «планшет» — да.

Часть названий придумывается самими пользователями. Обсуждения перепрошивки, починки всяких гаджетов будто на другом языке ведутся! Например, на некоторых форумах встречаются слова ББ и «зверёк». ББ — это Большой Брат, то есть компьютер. А «зверёк» — планшет, телефон, то, что поменьше. И как я об этом догадаюсь? С blue-tooth тоже непонятно, как его по-русски назовут. Блютус, блютуз, блютуш... В английском меньше вариативности.



Мы ищем, подмечаем, фиксируем всё это, но ответить на вопрос, как правильно, не можем.

## Подстраиваться под нормы? Или нет?

**[КШ] Вернёмся к примеру с орехом. Вот узнал человек, что арахис не орех, и как ему быть? Называть каштан орехом, перестроиться?**

**[БИ]** Нет, перестроиться невозможно. Человек не переучивается. Я часто с этим сталкивался. Ты сто раз уже выяснил, что предмет называется по-другому, но всё равно говоришь, как привык. Есть психологические эксперименты — наблюдают за человеком, у которого в голове перепутались понятия, названия явлений. И всё, он говорит неправильно. Это ужасно трудно и некомфортно, особенно во взрослом возрасте. В детском — да, человек всё время учится, он привык, что сначала он говорил так, а теперь нужно по-другому. Бывают, конечно, люди, которые очень за собой следят, но в быту это не так уж обязательно. Ну, узнали вы, что арахис не орех, это интересная информация, которая может пригодиться в разговоре с аллергологом, например. Но просто для того, чтобы сходить в магазин или что-нибудь приготовить, переучиваться не нужно.

**[КШ] И сами вы тоже не перестраиваетесь?**

**[БИ]** Нет, никогда. Хотя, как я уже говорил, дома у нас бывают конфликты на эту тему. Показали как-то гостей. «Ты рюмки достал? — Достал. — Где же достал? — Вот они. — Так это же бокалы». Уже лет семь я занимаюсь бытовой семантикой и всё равно бокалы называю рюмками. И вряд ли перестроюсь. Разве что с ударениями — если выяснится что-то совершенно ненормативное.

Как лингвист и сотрудник Института русского языка РАН я нахожусь в сложном положении. Люди ждут, что я буду говорить так, как в словаре написано. А мне-то как раз интересно, по каким законам язык меняется. В публичной речи приняты нормативные ударения — например, «фóрзац». Но тот, кто говорит «форзáц», тоже не дурак: это больше соответствует тенденции развития русского языка (например, «абзáц»). Вот на этой грани — между принятыми нормами и закономерными тенденциями — и балансируем. 🐾



## Нанёс Землю на бумагу

В разгар эпохи Великих географических открытий, когда Колумб уже открыл Америку, Васко да Гама разведдал путь из Европы в Индию, а Магеллан совершил первое кругосветное путешествие, фламандский картограф **Абрахам Ортелиус** решил составить на основе добытых мореплавателями сведений сборник географических карт с подробным описанием всех известных на то время земель.

Несколько лет упорного, кропотливого труда — и вот он, результат: **20 мая 1570 года** был напечатан **первый в истории географический атлас** современного типа. *Theatrum orbis terrarum* (в переводе с латыни — «Зрелище шара земного») стал географической библией для путешественников рубежа XVI–XVII веков.





# герои

Открытия  
Чувства  
Подвиги  
Отношения  
Взгляды  
Сомнения  
Карьера  
Рефлексия  
Биография





Как придумали  
теорию хаоса и почему  
путешествовать во  
времени стало модно  
только столетие назад

# Научный свидетель



 ИВАН ШУНИН  АЛЕКСЕЙ ТАРАНИН

**Д**жеймс Глик — американский публицист, признанный в США «одним из величайших научных писателей всех времён». Его книги «Хаос. Создание новой науки», «Информация. История. Теория. Поток» стоят в одном ряду с культовыми популярными работами Стивена Хокинга, Ричарда Докинза и Стивена Джея Гулда. При этом Глик вовсе не учёный — он журналист, который, однажды заинтересовавшись исследователями и их открытиями, решил стать научным свидетелем и биографом идей.

**[КОТ ШРЁДИНГЕРА]** Как научный писатель вы родились из хаоса — в смысле вашей первой серьёзной научно-популярной работой была книга «Хаос. Создание новой науки», вышедшая в 1987 году. Как вы вышли на эту тему и почувствовали её важность?

**[ДЖЕЙМС ГЛИК]** Вы знаете, у меня не было никакой научной подготовки — я начинал как самый обычный журналист. В 1980-е я работал в The New York Times, был репортёром и редактором, писал очерки про учёных. И вот однажды, разговаривая со знакомыми математиками и физиками, я от кого-то из них услышал, что зарождается новая научная дисциплина, в рамках которой исследуется хаос. Я подумал тогда: «Это интересно! Звучит как-то не по-научному». И постепенно стал во всём этом разбираться. Сначала сделал материал об одном из основателей теории хаоса **Митчелле Фейгенбауме**. Потом написал статью о Бенуа Мандельброте. Он известен как отец фрактальной геометрии и никогда не использовал слово «хаос».

Но, работая над текстом, я понял, что тут пахнет чем-то намного более масштабным: Мандельброт и Фейгенбаум в действительности занимались одним и тем же. В тот момент я и решил написать книгу о новой невероятной науке.

**”** Наиболее страстные защитники новой науки утверждают, что грядущим поколениям XX век будет памятен лишь благодаря созданию теорий относительности, квантовой механики и хаоса. Хаос, заявляют они, стал третьей из революций, последовательно освобождавших физику из тенёт ньютоновского видения мира. По словам одного физика, теория относительности разделилась с иллюзиями Ньютона об абсолютном пространстве-времени; квантовая механика развеяла мечту о детерминизме физических событий; и, наконец, хаос развенчал Лапласову фантазию о полной предопределённости развития систем. Из этих трёх открытий лишь теория хаоса применима к Вселенной, которую мы можем наблюдать и ощущать, к объектам, которые доступны человеку...»

(Хаос. Создание новой науки. — С.-П.: Амфора, 2001)



**Митчелл Фейгенбаум** — американский специалист в области физико-математических наук. Один из пионеров теории хаоса, занимался исследованиями турбулентности. Математически описал один из типичных сценариев перехода от порядка к хаосу (каскад бифуркаций).



**Джеймс Глик** — журналист и публицист, признанный в США одним из лучших научных популяризаторов. Его мировые бестселлеры — книги «Хаос. Создание новой науки» и «Информация. История. Теория. Поток», переведённые более чем на 30 языков, — выходили в финал Пулитцеровской премии и Национальной книжной премии США.



**[КШ]** Теория хаоса... Звучит красиво, но слишком непонятно. О чём эта наука, что именно изучали и какие цели ставили перед собой исследователи?

**[ДГ]** Эти «учёные хаоса» пытались работать с очень человеческими проблемами — такими, которые встречаются в обывденной жизни. В то время самой престижной физикой в США была физика высоких энергий. Её невероятный успех, если это можно назвать успехом, был связан с созданием атомной бомбы. Там крутились огромные деньги. Но эта физика была очень эзотерична, то есть совершенно недоступна простому человеку, который не специалист по кваркам и спинам...

А «учёные хаоса» говорили об облаках, о турбулентности в жидкостях, о дыме, о сердечной аритмии. Хаос был очень и очень междисциплинарной сферой. Эта наука была не просто физикой или только математикой — она объединила людей, которые раньше не имели обыкновения работать вместе: биологов, экономистов и многих других. Представители различных научных областей заговорили на одном языке и увидели, что проблемы, которые казались разными, в действительности связаны между собой.

**[КШ]** Наверное, поначалу работу этих учёных никто не одобрял и не понимал?

**[ДГ]** Всё было именно так. Я ходил по встречам и заседаниям, где собирались пионеры теории хаоса. Среди них были математики, в основном молодые парни, которые, увлекаясь новой наукой, рисковали академической карьерой: они не могли убедить своих научных руководителей и тьюторов, что занимаются настоящим делом, ставят на ноги новую научную дисциплину.

Я сам тогда был молодым репортёром, и на меня эта атмосфера производила невероятное впечатление. Я искренне старался передать её в своей книге.

” Учёные, первыми обратившие внимание на феномен хаоса, могли многое поведать о постигших их разочарованиях и даже об открытой враждебности, с которой они подчас сталкивались. Выпускников убеждали не писать диссертации по неизвестной дисциплине, о которой их руководителям мало что известно, — подобное ляжет тёмным пятном на всю карьеру. Исследователь, занимавшийся физикой элементарных частиц, прослышав о новой математике, начал использовать в своей работе сие чудесное, хотя и весьма мудрёное изобретение, однако делал это втайне от коллег. Почтенные профессора, шагнув за пределы общепринятых научных изысканий и ощутив непонимание, а зачастую и просто негодование собратьев по цеху, пугались возрастного кризиса. Но испуг отступал перед искусом пережить волнение, порождаемое действительно неизведанным».

(Хаос. Создание новой науки. — С.-П.: Амфора, 2001)

**[КШ]** В последнее время появилось множество книг и статей про информацию как средство упорядочения хаоса. Вот и вы спустя 24 года после издания «Хаоса» выпусти-

ли книгу «Информация. История. Теория. Поток». Связаны ли как-то между собой эти истории?

**[ДГ]** Когда я писал книгу о хаосе, то брал интервью у множества учёных, и некоторые из них упоминали статью американского математика и инженера Клода Шеннона «Математическая теория связи» — с неё, собственно, начинается то, что сегодня называется теорией информации. Когда я узнал об этом, по моей спине пробежал холодок. Такой же, как при первом упоминании учёными мужа слова «хаос». Я подумал: «Неужели наука и этим интересуется?» Потому что слово «информация» никак не увязывалось у меня с представлением о том, что может служить объектом научного исследования.

**[КШ]** Но как-то эти понятия удалось соотносить?

**[ДГ]** Конечно. Эти парни использовали теорию информации для того, чтобы анализировать хаотические системы. Они объяснили мне, что существует связь между хаосом и информацией. И эта связь проходит через энтропию. Речь идёт об измерении соотношения порядка и беспорядка в физических системах, а также в системах информационных. Вот чем, оказывается, была теория информации — с самого начала это была история о борьбе порядка с хаосом!

” Между подходами Винера (Норберта Винера, американского математика, основоположника кибернетики. — «КШ») и Шеннона существовала разница. Для Винера энтропия была мерой беспорядка, для Шеннона — неопределённости. На самом деле оба осознавали, что это одно и то же. Чем больше присущего языку порядка существовало в отрывке английского текста — порядка в виде статистических структур, сознательно или подсознательно известных говорящим на языке, — тем больше в нём предсказуемости и тем меньше, в терминах Шеннона, информации передаётся каждой последующей буквой. Когда подопытный уверенно угадывает следующую букву, она избыточна, её появление не несёт новой информации. Информация — это неожиданность».

(Информация. История. Теория. Поток. — М.: Corpus, 2016)

**[КШ]** В оригинале ваша книга называется The Information. Вы используете определённый артикль, то есть речь идёт не об информации вообще, а о каком-то конкретном сообщении. В русском переводе этот смысл теряется. Для чего вы используете этот артикль, какую нагрузку он несёт?

**[ДГ]** Ха! Это сложный вопрос. Даже для английского языка это необычное название — игра со смыслом. По-русски ведь книга называется Информациа, верно? Проблема правильной передачи названия возникла не только с русским вариантом. Когда книгу переводили на другие языки, мне



**Клод Элвуд Шеннон** — американский математик и электротехник, основатель теории информации. Занимался теорией вероятностных схем, теорией автоматов и систем управления, совершил несколько важных открытий, приблизивших эру кибернетики. В 1948 году для обозначения наименьшей единицы информации предложил использовать слово «бит».



приходилось долго дискутировать с моими зарубежными издателями на этот счёт.

Предполагалось, что название будет немного странным, забавным, если вы понимаете, о чём я. Когда вы говорите «the information», то имеете в виду что-то вроде: «Я собираюсь поделиться с вами информацией», или «Я сообщу вам нечто, что вам необходимо знать», или «Я объясню вам основы, сообщу новости». Сказать «the information» — значит завести речь о чём-то содержательном, отличном от общей болтовни.

**[КШ]** Вы хотели одновременно и привлечь внимание, и донести содержание...

**[ДГ]** Наверное, так. Это книга о слове, которое ещё лет сто назад было совсем неважным, абстрактным. А сегодня стало очень значимым — мы постоянно слышим разговоры об «информационной эпохе». Слово «информация» теперь обозначает нечто определённое, специфическое, реальное.

Мы говорим, что музыка, визуальные образы, текст и даже гены — это всё разные типы информации. И используем этот термин для описания вещей, которые кажутся несопоставимыми. Несколько десятков лет назад никто и подумать не мог, что все эти сущности чем-то похожи.

**[КШ]** И почему же представления поменялись?

**[ДГ]** Из-за возникновения в середине XX века новой науки — теории информации. Конечно, появилась она не в одночасье, её путь был достаточно извилистым. Однако со временем во многом благодаря Клоду Шеннону стало понятно, что информация является чем-то вещественным — её можно измерить с целью проведения исследования.

И вот после этого признания учёные словно прозрели: они поняли, что слова, музыка, картинки — это одно и то же. Ну а когда ты делаешь для себя такое открытие, то вдруг оглядываешься на всю историю человечества и видишь её совершенно иначе.

” За три столетия до Шеннона новая наука, физика, не смогла продвинуться вперёд, пока Исаак Ньютон не дал старым и расплывчатым словам “сила”, “масса”, “движение” и даже “время” новые значения. Ньютон превратил эти термины в обозначение количества, сделал возможным их применение в математических формулах. До тех пор, например, движение было таким же размытым и общим термином, как информация. Для последователей Аристотеля движение отвечало за широкий спектр разнообразных процессов: созревание персика, падение камня, рост ребёнка, разложение тела. Это было слишком общо. Прежде чем применение законов Ньютона стало возможным, прежде чем научная революция смогла победить, от большей части разновидностей движения пришлось отказаться. <...> То же самое произошло с информацией. Появилась необходимость в обряде очищения. А затем, когда информацию упростили, очистили и начали исчислять в битах, оказалось, что она повсюду...»

(Информация. История. Теория. Поток. — М.: Corpus, 2016)

**[КШ]** В этой книге у вас есть удивительная фраза, что вся история человечества была путём осознания информации самой себя. Как это понимать?

**[ДГ]** Прежде я ни разу не писал об истории до XX века. Поэтому множество вещей, которые историки принимают как данность, были для меня сюрпризом. Мы знаем, что Исаак Ньютон был одним из создателей классической физики и что он открыл закон всемирного тяготения. Но он-то не знал того, что он первооткрыватель! И никто другой не знал. И пока писал книгу, я спрашивал себя: «А как бы они это узнали?» Сейчас у нас есть интернет, до него были хотя бы научные журналы. Но у Ньютона и его современников даже их не было.

Историки, услышав такие рассуждения, недоуменно пожали бы плечами. Но мне хотелось показать читателям, что мир тогда был совсем другим, в нём главенствовала медленная информация. Но она совершенствовалась: появился первый научный журнал, потом первые научные сообщества — информация ускориалась, и постепенно мир полностью поменялся.

**[КШ]** Этой осенью у вас выходит новая книга — я слышал, вы расскажете в ней о путешествиях во времени. Это так?

**[ДГ]** Да, но есть нюансы. Эта книга тоже началась с личного открытия. Меня поразил тот факт, что до Герберта Уэллса никому и в голову не приходила такая фантазия, как создание устройства для путешествия во времени! Роман «Машина времени» вышел в 1895 году, то есть совсем недавно. Почему никто до этого не задавался вопросами: «А что, если бы я мог перенестись на сто лет вперёд? Мир был бы совсем другим?» Мне очень захотелось выяснить, почему мысль о путешествиях во времени всё-таки зародилась. Докапываясь до истины, я узнал, что за последние сто лет у человечества кардинально изменилось восприятие времени: оно стало более сложным. И все эти фантазии о будущем — мечты, свойственные человеку XX века. Так что моя но-

вая книга не совсем про путешествия — она о времени как таковом и об отношении людей к нему.

**[КШ]** Каждая ваша книга представляет собой сплав естественно-научного, технического и гуманитарного знания. Вам удаётся создать какую-то междисциплинарную гармонию. Рассказы о физике и математике не кажутся занудными и сложными, наверное, потому, что вы повествуете прежде всего о рождении и развитии идей. Я бы назвал ваш стиль письма reporting on ideas — репортажи об идеях. Вы не против?

**[ДГ]** О, мне нравится ваше название! Одно время я тоже думал, как классифицировать своё творчество, но, так и не найдя подходящее слово, прекратил эти размышления... Когда я собирал материал для своей первой книги, я был совсем молодым репортёром, много путешествовал, брал интервью у учёных, заставлял их объяснять мне то, чем они занимаются. Я не писал учебник о хаосе и даже не пытался объяснить, что это за наука и какое она имеет значение. Мне хотелось рассказать о самих учёных, о том, как они делают открытия и что при этом чувствуют. И это было как раз тем, что вы назвали репортажем об идеях. А вот в случае с Ньютоном, когда я писал про него, всё было немножко иначе. Мне не с кем было встретиться и расспросить о чувствах и ощущениях. Я много читал о Ньюtone, и для меня его история была не о физике и математике, а о том, что он видел мир не так, как все его современники и предки.

**[КШ]** Вы часто подчёркиваете, что вы не учёный, а именно журналист. Меня это удивляет: обычно приходится наблюдать обратное — репортёры, пишущие о науке, стесняются признаться, что они просто журналисты.

**[ДГ]** Не сталкивался с таким, не знаю. Понимаете, учёные могут долго и упорно писать о предмете своего исследования, рассматривая его с разных сторон. Я быстро начинаю скучать от этого — не хочу писать о вещах, которые меня утомляют. А то, что меня увлекает как не-учёного, — это идеи и культура, в которой мы живём. Но о них можно рассказывать только обращаясь к науке, ведь лишь благодаря ей мы знаем о мире всё, что знаем.

**[КШ]** Позиция ясна. Тогда скажите, на кого вы равняетесь как писатель?

**[ДГ]** На Джона Хёрси. За пример беру его книгу «Хиросима». В ней всего 100–150 страниц — история о том, что происходило в Хиросиме, после того как на неё сбросили атомную бомбу. В США в то время все говорили об этой бомбе, восхищались ею. Шла гонка вооружений. А Джон был одним из немногих, кто воспринял этот триумф испытателей сильнейшего оружия массового уничтожения как страшную трагедию и просто уехал в Японию. Он колесил по стране, смотрел на руины, разговаривал с выжившими. Увидел всё своими глазами, услышал всё своими ушами. И написал об этом. Получилась очень мощная книга, потому что автор не пытался как-то изворачиваться и что-то выдумывать, а честно писал о том, чему стал свидетелем. И я стараюсь поступать точно так же. 🐾



” В мае я с Гликом лично познакомился на фестивале «Политех». До сих пор общаемся. Планирую вдохновить его на новую книгу... обо мне. А то пишет про всяких Ньютонов и Шеннонов.





Птенцы северной бормотушки готовы к вылету.

# Пернатые семьи

Наблюдаем за птичьими гнёздами

PAVEL KVARTALNOV

**В**се птицы откладывают яйца и на период от одного до нескольких месяцев оказываются привязанными к гнёздам, неизменно возвращаясь к месту, где под защитой скорлупы развиваются зародыши, а позже требуют корма неокрепшие птенцы. Найдя гнездо птицы, мы станем свидетелями её семейных тайн — если, конечно, проявим деликатность. В средней полосе наблюдать за гнёздами можно с конца марта до середины июля.

## Меры предосторожности

В период гнездования птицы особенно уязвимы, и открытое любопытство, проявленное человеком, может послужить причиной гибели кладки или птенцов. Уже само присутствие человека способно привлечь к гнезду внимание серых ворон, которые не упустят возможности полакомиться его содержимым. Вслед за человеком могут явиться кошка или собака, а сломанные ветки над гнездом откроют его для пернатых разбойников. И даже если взволнованные крики родителей, обнаруживших близ гнезда людей, не привлекут внимания хищников, новорождённые птенцы могут за время беспокойства погибнуть от переохлаждения. Наконец, многие птицы сами бро-

сают гнёзда после осмотра их человеком. Наблюдать за птичьими домами надо так, чтобы это не обернулось трагедией для их обитателей.

## Что потребуется

- БИНОКЛЬ** с увеличением от 8 крат и выше.
- ФОТОАППАРАТ И/ИЛИ ВИДЕОКАМЕРА**, особенно при длительных наблюдениях.
- РАСКЛАДНОЙ ТАБУРЕТ** при наблюдениях с земли. Фотографы и натуралисты нередко следят за птицами из скрадка, но для любительских целей им лучше не пользоваться: при его установке легко примять или поломать растительность у гнезда.
- РУЛЕТКА И ШТАНГЕНЦИРКУЛЬ** для промеров.
- ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ** (объёмная тетрадь для записей и зарисовок).
- ЧАСЫ**.



**Павел Квартальнов**, кандидат биологических наук, научный сотрудник МГУ им. М.В. Ломоносова, Биологический факультет, Кафедра зоологии позвоночных, Лаборатория экологии наземных позвоночных животных.

# Последовательность действий



# 1

**ВЫБИРАЕМ ГНЁЗДА ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ.** Гнёзда аистов, грачей, ворон и некоторых других птиц расположены открыто. Если же вы хотите найти гнёзда, искусно спрятанные хозяевами, нужно запастись биноклем и терпением. Пёрнатые невольно показывают место расположения гнёзда **в период строительства** или выкармливания птенцов. Стараясь не выдавать себя, проследите за птицей, несущей в клюве веточку, клочок пакли или другой материал.

В дни откладки яиц и в период насиживания птицы редко летают к гнезду и от него, стараются делать это скрытно, и искать гнёзда в это время трудно. Однако **подростающие птенцы**, требующие корм, заставляют родителей забыть об осторожности. Птица с гусеницей, червём или иным кормом в клюве или когтях приведёт вас к гнезду. Но следить за ней надо на расстоянии — с помощью бинокля. Если подойдёте слишком близко к гнезду, родитель начнёт волноваться и выбросит или съест корм сам. В такой ситуации лучше ретироваться или спрятаться. Если у вас нет опыта, поиски лучше прекратить, как только вы увидите птицу, которая носит строительный материал или корм в траву или густые кусты. Неосторожность может привести к тому, что гнездо будет брошено или его обнаружат хищники.

Для безопасного наблюдения подходят гнёзда, построенные в кронах деревьев, в дуплах, норах, искусственных дуплянках (в том числе скворечниках) и постройках человека. Не пренебрегайте наблюдениями из окон квартир и учреждений. Среди листвы на уровне окон или чуть ниже строят гнёзда серые вороны, зяблики и дрозды-рябинники. **Рассматривая птиц из окон**, вы не мешаете им и можете хорошо изучить, что происходит в гнезде.



# 2

**ОПРЕДЕЛЯЕМ И ОПИСЫВАЕМ ГНЁЗДА.** Обнаружив гнездо, жилое или покинутое, попытайтесь определить, кому оно принадлежит. Как птицы разных видов различаются по внешнему облику, голосу и повадкам, так различаются и их гнёзда — по размерам, особенностям конструкции и расположению. Если в найденном гнезде есть яйца или птенцы, можно с помощью бинокля, с безопасного расстояния, проследить, птицы какого вида летают к нему. Не получается — сфотографируйте гнездо и, обратившись к справочнику или специалисту, определите, кому оно принадлежит.

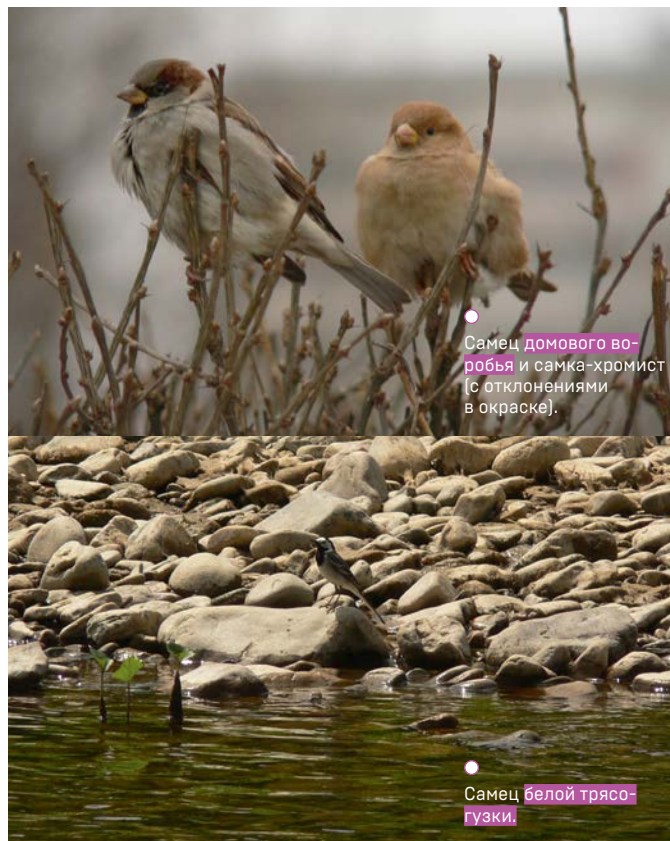
Если вы нашли уже пустое гнездо, нужно снять **стандартные промеры**, определив внешний диаметр, высоту гнезда, диаметр и глубину лотка (углубления, где лежат яйца), высоту расположения гнезда над землёй. Для гнезда с крышей либо расположенного в дупле или норе могут понадобиться дополнительные измерения — например, диаметр летка (входного отверстия в закрытое гнездо). Опишите в тетради способ крепления гнезда к опорам (есть ли оплётки из травинки или паутины, прикрепляющие стенки гнезда к веточкам и стеблям), состав материала стенок, внутреннего слоя (часто состоящего из перьев или шерсти), выстилки гнезда (например, тонкие, нежные соломинки или конский волос), характер внешней облицовки (из кусочков лишайников, коконов пауков, сухой тины и т.д.).

По пустому гнезду попытайтесь определить, **вылетели ли из него птенцы** или **оно было разорено**. Птенцы певчих птиц расширяют лоток, делая гнездо более плоским, и оставляют в лотке «перхоть» — кусочки чехликов, прикрывающих растущие перья, а также помёт и остатки приносимой родителями добычи. В разорённом гнезде «перхоти» и помёта птенцов нет. Если вы находите кучки птичьего помёта рядом с пустым гнездом, значит, там отдыхали покинувшие гнездо слётки. Певчие птицы, как правило, не возвращаются к покинутым постройкам, поэтому их можно собирать и составлять коллекцию гнёзд.



Овсянка-дубровник.  
Самец.

Овсянка-дубровник.  
Самка.



Самец **домового воробья** и самка-хромист (с отклонениями в окраске).

Самец **белой трясогузки**.

### 3

**РАСПОЗНАЁМ ПТИЦ.** Когда гнездо для наблюдения выбрано, внимательно присмотритесь к родителям, посещающим его. Если есть возможность, на первых этапах наблюдения сфотографируйте всех подлетающих птиц. Нужно понять, сколько птиц посещает гнездо и чем они отличаются друг от друга. Вид птицы узнаём по определителю или с помощью специалиста.

Самцы многих пернатых заметно отличаются от самок по окраске или размеру. А вот чтобы подметить гендерные различия у белых трясогузок, больших синиц, обыкновенных лазоревок, зеленушек и ряда других птиц, придётся проявить внимательность. В других случаях самцов и самок выдаёт поведение. Например, у певчих птиц только самцы исполняют песни, они же активнее охраняют участки, в начале гнездования ухаживают и гоняются за самками, ведут себя демонстративно, то и дело топорщат оперение на голове.

Постарайтесь заметить черты птиц, которые позволят узнавать их **индивидуально**. Обратите внимание на потерянные или сломанные перья, отдельные белые перья (частичный альбинизм), шрамы или особенности рисунка (окраски), свойственные конкретным особям. У некоторых птиц (мухоловки-пеструшки, чечевицы, варакушки) самцы в норме различаются между собой по окраске. У трясогузок, наоборот, легче распознавать самок. Трясогузки держатся открыто и не боятся людей — их проще всех научиться узнавать «в лицо». Найдите места гнездования нескольких пар трясогузок (на земле или в дуплах), сфотографируйте их на гнездовых участках, распечатайте снимки и найдите отличия в окраске, поначалу отделив более ярких самцов от самок. Зарисуйте птиц, обозначив индивидуальные черты, дайте птицам имена.

### 4

**НАБЛЮДАЕМ ЗА СОЦИАЛЬНЫМ ПОВЕДЕНИЕМ.** В период строительства гнёзд удобно наблюдать за социальными отношениями. Например, проследите маршруты полётов и выявите границы участка. Для этого сделайте план городского квартала или дачного посёлка (на основе снимков, взятых на ресурсах «Яндекс Карты» и Google Maps). Обозначайте на плане точки встреч знакомых птиц или места, до которых удалось проследить их перемещения от гнезда.

У большинства певчих птиц самец охраняет **гнездовый участок**, изгоняя из своих владений чужаков, особенно если те пытаются ухаживать за его подругой. Тем не менее другие самцы не оставляют попыток встретиться с чужой самкой. Обозначая на плане места, где самцы поют и где **дерутся**, определите границы охраняемых участков. Как правило, у птиц имеются также «места общего пользования», которые могут беспрепятственно посещать представители разных пар.

По записям и планам можно установить как максимальное, так и среднее расстояние, на которое птицы удаляются от гнезда. Наблюдая их в течение всего периода размножения, вы сможете проследить, как меняется это расстояние в зависимости от стадии гнездования (выбор партнёра, строительство гнезда, насиживание, выкармливание, вождение выводка) и как меняются границы охраняемых участков. Если вы отличаете «Васю» от «Петю», то сможете догадаться о причинах драк между ними (например, «Петя» залетел на чужой участок); сумеете определить, куда родители уведут птенцов, где пара решила построить второе гнездо в сезоне. Проще всего это сделать с такими заметными птицами, как **белые трясогузки**.





Начало строительства гнезда садовой камышевки.

## 5

**НАБЛЮДАЕМ ЗА СТРОИТЕЛЬСТВОМ ГНЕЗДА.** В начале периода размножения самка певчей птицы или оба партнёра в течение двух недель (иногда дольше) строят гнездо. Но позже, при строительстве повторного гнезда после гибели яиц или птенцов либо в случае второго цикла размножения, срок строительства у мелких воробьиных сокращается до нескольких дней.

Наблюдайте день за днём, как продвигается стройка — от выбора места до окончания работ. Записывайте, как меняется материал в процессе строительства. Предложите птицам материал, развесив его на ветках или раскладывая на земле рядом с удобным местом наблюдений — окном или беседкой. Это могут быть белые перья, нарезанные кусками (5–10 см) светлые нитки, куски марли или собачья шерсть. Определите, какие птицы пользуются вашими подарками. Этот приём позволит не только наблюдать за пернатыми, но и поможет найти их гнёзда.

Определив расстояние, на которое птицы летают, частоту прилётов за час, а также продолжительность строительства, посчитайте дистанцию, которую приходится преодолевать птицам в это время. Известно, что она может достигать нескольких сотен километров, что сравнимо с расстоянием миграций многих пернатых. Чтобы убедиться в настойчивости птиц, привяжите белую нитку к ветке и посмотрите, что произойдёт. Стремясь оторвать нитку и улететь, птица будет раз за разом падать, как только нитка вытягивается во всю длину, и снова повторять попытку.



Садовая камышевка готовится оторвать нитку от тряпки для гнезда.



Дрозд-белобровик на гнезде.

## 6

**НАБЛЮДАЕМ ЗА ОТКЛАДКОЙ ЯИЦ И НАСИЖИВАНИЕМ.**

Когда гнездо готово, птицы приступают к откладке яиц. У большинства пернатых самка откладывает по одному яйцу в день. Как правило, процесс растягивается на пять–семь дней. Но, например, у уток с их крупными кладками от появления первого яйца до начала плотного насиживания проходит две недели. Яйца сохраняют жизнеспособность долгое время, даже не получая тепла, достаточного для развития зародышей, поэтому в гнезде с неполной кладкой яйца могут быть холодными и производить впечатление брошенных. Обнаружив такие гнёзда, не забирайте оттуда яйца!

Если самка начинает насиживание по окончании кладки, все птенцы развиваются одновременно и вылупляются на протяжении одного дня, хотя один-два птенчика всё-таки нередко появляются на свет с задержкой в сутки или более.

Хищные птицы, в том числе совы, приступают к насиживанию со дня откладки первого яйца, в их выводке легко отличить старших от младших. Считается, что разница в развитии птенцов снижает соперничество между ними, поэтому при недостатке корма старшие выживают за счёт гибели младших.

До начала плотного насиживания птицы иногда посещают гнёзда, часть времени прикрывают яйца, защищая от хищников и от колебаний температуры. В период откладки яиц гнёзда нужно проверять с особой осторожностью, поскольку в это время птицы легко бросают их. Если у вас есть возможность наблюдать из окна за открытым гнездом, например, дрозда-рябинника, постарайтесь проследить появление первого яйца и затем регулярно записывайте, когда видите птицу на гнезде. Отметьте, в какое время суток она сидит на кладке до её завершения, как часто это делает, когда началось плотное насиживание, при котором родители уже не оставляют гнездо надолго.

Интересно проследить, участвует ли в насиживании самец, или забота о яйцах лежит только на самке. Когда кладку насиживают оба партнёра, они регулярно сменяют друг друга. У певчих птиц самец, подлетая к гнезду, нередко издаёт позывку или короткую песенку, услышав которую самка сходит с гнезда, уступая место партнёру.

Если самец не принимает участия в насиживании, он может приносить самке корм. Редко кормление происходит на гнезде: самка стремится встретить самца, выпрашивая еду с жалобным криком и трепетанием крыльев, как птенец. Самка хищной птицы, встречая самца, вернувшегося с кормом, бывает так возбуждена, что отпугивает супруга, вынужденного бросить корм и ретироваться.



● Вылупление птенцов в гнезде дрозда-белобровика

## 7 //

**ОТСЛЕЖИВАЕМ ПОЯВЛЕНИЕ ПТЕНЦОВ.** Момент вылупления легко пропустить, поскольку к новорождённым птенцам родители относятся во многом так же, как к яйцам, почти неотрывно обогревая их в гнезде и лишь изредка летая за кормом. Пока птенцы маленькие, они не требуют много еды и больше нуждаются в тепле и защите от хищников. Если присмотреться к самке, обогревающей новорождённых, то покажется, что привычное за долгие дни насиживания гнездо вдруг стало для неё неуютным: птица вертится, двигает крыльями, то и дело приподнимается, смотрит в лоток и что-то из него выклёвывает. В этот момент она очищает лоток от помёта своих отпрысков.

Если нет возможности заглянуть в лоток, то на появление птенцов укажут полёты родителей за кормом, а также **пустые скорлупки**, которые певчие птицы уносят и выбрасывают вдали от гнезда. Такие скорлупки встречаются на тропинках в лесу, позволяя определить, у каких птиц появилось потомство. Как правило, это аккуратные половинки яиц, при вылуплении птенца лопнувшие по «экватору» и несущие следы клюва взрослой птицы. Целые скорлупки с грубыми отверстиями сбоку оставляют хищники, ворующие яйца из чужих гнёзд, — например, вороны и сороки. У многих певчих птиц самец не насиживает кладку, но кормит птенцов. Проследите, когда самец первый раз принесёт корм в гнездо; попытайтесь определить, как самка даёт знать партнёру о появлении потомства: демонстративным полётом или звуковыми сигналами.



● Яйцо толстоклювой пеночки, уничтоженное хищником.



● Землеройка, насаженная на ветку сорокопуг-жуланом, — запас корма для птенцов.

## 8 //

**НАБЛЮДАЕМ ЗА ПТЕНЦАМИ.** Утки и другие **выводковые** птицы уводят птенцов из гнезда вскоре после их появления.

У певчих птиц молодые вылупляются совершенно беспомощными: **слепые и глухие**, они не могут поддерживать постоянную температуру тела. Птенцы проводят в гнёздах около двух недель, но в случае опасности могут выпрыгнуть раньше — но не прежде чем покроются перьями, что происходит примерно на пятый день. Если в это время неосторожно проверить гнездо, например, пеночки, птенцы начнут неудержимо выскакивать из него, как чёртики из табакерки, и, не умея летать, станут лёгкой добычей хищников. Если гнездо не разрушено, родители пытаются вернуть разбежавшуюся молодёжь, но некоторые птенцы всё-таки теряются.

Фотографируя птиц, подлетающих с кормом к гнезду, узнайте состав корма. Интересно проследить, куда родители летают за едой, как они собирают её, как меняется их поведение в зависимости от погоды и времени суток.

Любопытно ведёт себя **сорокопуг-жулан** — небольшая певчая птица с повадками хищника, нередко живущая на пустырях с кустарниками, в поймах рек, по окраинам деревень и дачных посёлков. Летом жулан добывает большое количество землероек, грызунов, ящериц, крупных насекомых и слётков птиц, охотясь преимущественно утром, когда многие жертвы особенно активны. Часть добычи сорокопуг съедает, часть раздаёт птенцам, а часть развешивает на кустах, помещая в развилки веточек или накалывая на шипы. За этими припасами родители возвращаются в середине дня, по жаре, чтобы накормить ненасытных отпрысков.

Присмотритесь, что приносят птицы в гнездо кроме корма (это могут быть фрагменты раковин улиток, вода), как они очищают гнездо от помёта. Записывайте, сколько раз в течение определённого времени (скажем, часа) родители прилетают с кормом. Выясните, как меняется частота кормления и продолжительность обогрева птенцов в зависимости от их возраста.



Птенец филина.



**ИЗУЧАЕМ ПОЕДИ И ПОГАДКИ.** О питании птенцов можно узнать в том числе по остаткам добычи, найденным под гнездом или в местах отдыха родителей, — так называемым **поедям**. Подготавливая пищу к употреблению, дневные хищники отделяют от неё несъедобные части: сокола и ястребы ошипывают пойманных птиц, оставляя на земле россыпи перьев, коршуны выбрасывают внутренности пойманных лягушек.

Хищные птицы, чайки, врановые и некоторые другие пернатые оставляют **погадки** — плотные комочки непереваренных частей добычи, как правило, тёмные, продолговатые, довольно твёрдые, быстро высыхающие на солнце. В них можно обнаружить косточки плодов, чешую и кости рыб, кости птиц и мелких грызунов, шерсть, перья. Проще всего найти погадки ушастой совы. Она нередко отдыхает в кронах елей, и отрыгнутые погадки хорошо заметны, поскольку под этими деревьями не растёт трава. Просто смотрите внимательно под ноги, гуляя по парку с еловыми посадками. Совиные погадки можно найти, например, под голубыми елями в сквере у главного здания МГУ на Воробьёвых горах. Из крон этих елей по весне нередко слышны крики совят.

Если вам удалось найти погадку, положите её в чашку Петри и **разберите** препаровальными иглами. Извлечённые черепа рассмотрите под лупой или в биноклярный микроскоп. Попытайтесь определить виды грызунов и землероек по черепам, пользуясь справочниками-определителями. Разбирая погадки, помните, что грызуны являются переносчиками опасных для человека заболеваний, поэтому работайте в перчатках, а после работы тщательно вымойте руки.



Гнездо Ястреба-перепелятника.



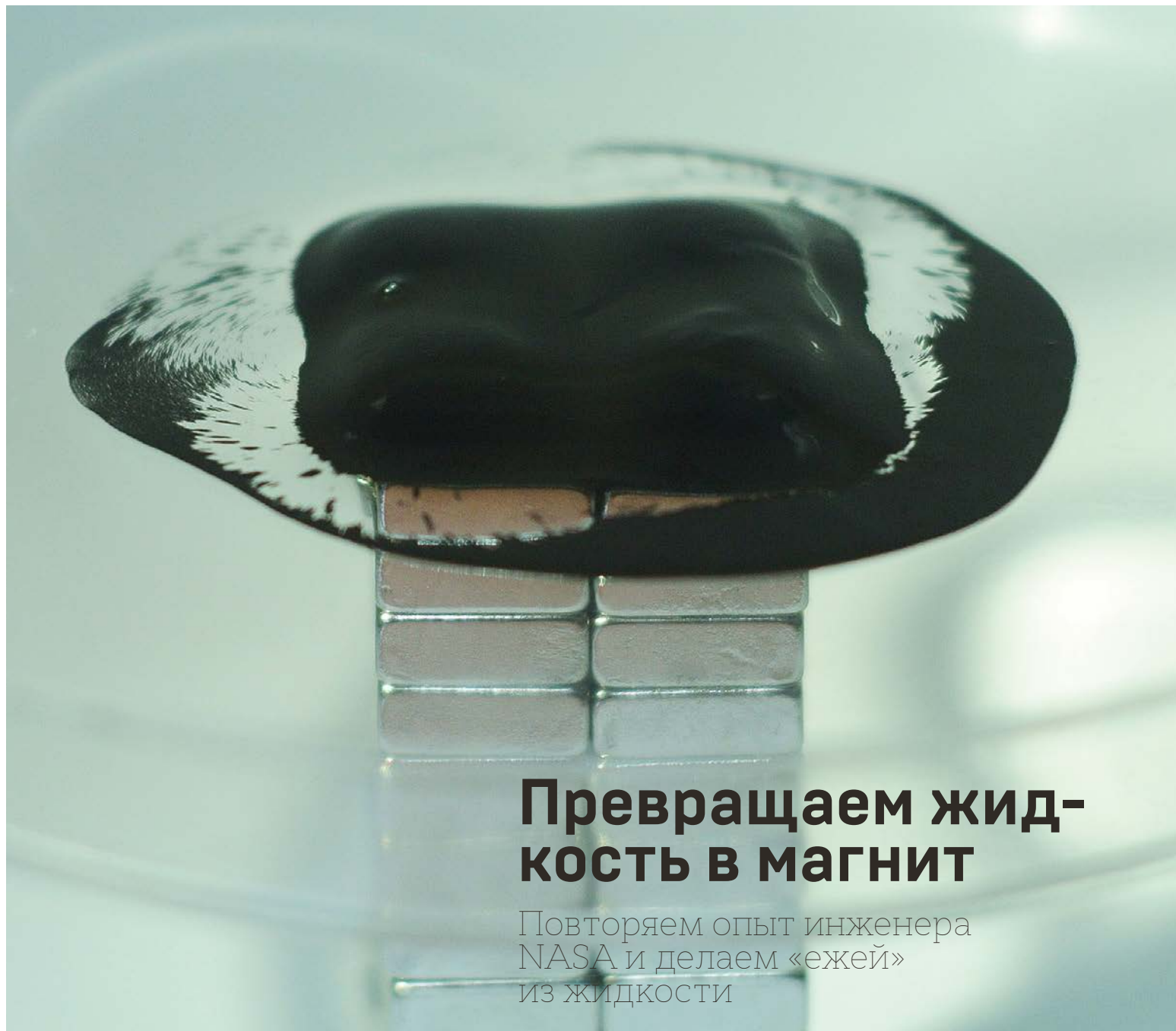
**НАБЛЮДАЕМ ВЫЛЕТ ПТЕНЦОВ.** Заканчивая наблюдения за гнездом, посмотрим на поведение птенцов перед вылетом. Подросшие птенцы, покрывшись перьями, не могут усидеть на месте. Они то и дело чистятся, потягиваются, расправляют крылья, вылезают на край гнезда. **Аистята «танцуют»**, подпрыгивая, взмахивая крыльями, но не решаются слететь с гнездовой платформы. **Молодые камышевки** неуклюже переваливаются через край гнезда, падают, цепляясь за растения, и возвращаются.

Большая удача и радость — увидеть первый полёт повзрослевшего птенца-птицы. Певчие птицы покидают гнездо навсегда, аистята возвращаются и проводят там ещё много ночей. Если птенцы самостоятельно покинули гнездо, не пытайтесь поймать их и посадить обратно, даже если они выглядят ещё не полностью выросшими. У певчих птиц хвосты подрастут после вылета, а совята оставляют гнёзда ещё покрытые пухом. Проследите, что делают родители после вылета птенцов: откочёвывают с молодыми или приступают к строительству нового гнезда.

« Любите ли вы птиц так, как люблю их?.. »



**Для определения птиц при гнёздах** можно воспользоваться любым доступным справочником-определителем. Классическим пособием по наблюдению за птицами на русском языке считается выдержавшая несколько изданий книга С. А. Бутурлина «Что и как наблюдать в жизни птиц» (1948 и др.). Для определения гнёзд и кладок лучше всего пользоваться книгой М. Е. Никифорова, Б. В. Яминского и Л. П. Шклярова «Птицы Белоруссии: справочник-определитель гнёзд и яиц» (1989). Об изготовлении искусственных гнездовий и изучении социального поведения птиц в гнездовой период рассказано в книге К. Н. Благосклонова «Гнездование и привлечение птиц в сады и парки» (1991).



## Превращаем жидкость в магнит

Повторяем опыт инженера NASA и делаем «ежей» из жидкости



■ Екатерина Митрофанова, Владимир Королёв

Абсолютно все вещества магнитны. Даже если что-то не притягивается к магниту как железный гвоздь, оно всё равно способно тем или иным образом взаимодействовать с магнитным полем. Это физики установили ещё в середине XIX века. Да-да, даже обычная вода является диамагнетиком! Однако эффект этот настолько слаб, что заметить его без сверхточных приборов почти нереально. Но есть другое, более знакомое магнитное явление, которое можно легко продемонстрировать на примере того самого железного гвоздя, — ферромагнетизм. Чтобы разобраться во всех этих эффектах и увидеть своими глазами, как устроено магнитное поле, предлагаем создать вещество с симбиозом свойств воды и железного гвоздя — магнитную жидкость.

Сразу стоит оговориться: то, что мы называем магнитной жидкостью, как таковой жидкостью не является. Это коллоидный раствор, или взвесь ферро- либо ферритмагнитных частиц нанометровых размеров в различных растворителях. Но ведёт себя почти как настоящая жидкость.

Впервые её получил (ещё в 1960-е годы) инженер NASA Стив Пейпел — он использовал этот коллоид как рабочее тело для реактивного двигателя. В отличие от газов, меняющих своё поведение при отсутствии гравитации, поведение магнитной жидкости определяется магнитным полем, создаваемым внутри двигателя. Позже она приме-

нялась и для других целей — в частности, как средство герметизации подвижных узлов механизмов. Не в пример смазке магнитная жидкость не перераспределяется и не скапливается в одном месте, поскольку удерживается в исходном положении магнитными полями. Ещё её используют вместо традиционных неодимовых магнитов при изготовлении высококачественных динамиков.

Созданная в домашних условиях магнитная жидкость поможет понять, что представляет собой и как действует загадочное магнитное поле. А сам процесс изготовления коллоида даёт возможность почувствовать себя всемогущим экспериментатором!

## Опыт 1. Магнитная жидкость из тонера

### Что понадобится

- **МАГНИТ**, создающий достаточно сильное магнитное поле. Из тех, что легко найти в продаже, самыми сильными являются неодимовые (или NdFeB). Только не перестарайтесь: если вы купите магнит с усилием в 200 кг, то вряд ли потом оторвёте от него сосуд с магнитной жидкостью. А уж если он окажется вблизи мобильного телефона или острой вилки, вашему гаджету или вам самим может не поздоровиться. Найти и купить магниты можно в специализированных интернет-магазинах. Средняя цена — от 250 до 700 рублей за неодимовый магнит сцеплением 10–30 кг.
- **ТОНЕР ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО ПРИНТЕРА**. Собираясь за покупкой, возьмите с собой магнит. Если банка с тонером

повиснет на нём, это то, что нужно. Такие тонеры продаются в магазинах оргтехники по цене около 150–250 рублей за баночку в 60 г.

- **МАСЛО**, например подсолнечное. Можно оливковое — если не жалко, конечно.
- **СОСУДЫ ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ И ДЕМОНСТРАЦИИ**. Они должны быть негнушимися, с гладкой поверхностью и плоским дном. Подойдут чашки Петри (их можно купить в аптеке) или прозрачные контейнеры из ближайшего супермаркета. Любимую посуду лучше не использовать: отмывать тонер довольно сложно.
- **СТОЛОВАЯ ЛОЖКА**.
- **МЕРНЫЙ СТАКАН**.
- **ПЕРЧАТКИ И МОЮЩИЕ СРЕДСТВА**.

### Последовательность действий



# 1

**ВСКРЫВАЕМ** банку с тонером. Отсыпаем примерно 25 мл в отдельный контейнер. Будьте аккуратны: не отвинчивайте крышку слишком быстро — частицы тонера очень лёгкие и при резком встряхивании могут разлететься во все стороны.



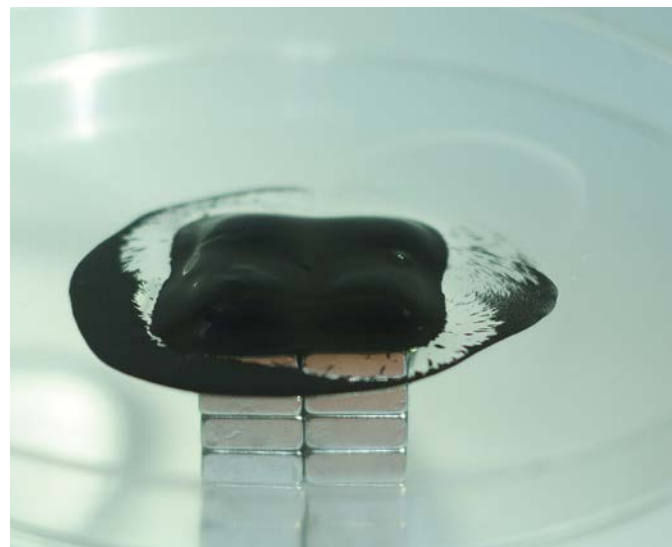
# 2

**ДОБАВЛЯЕМ** в порошок одну столовую ложку масла. Перемешиваем его с таким количеством тонера, которое удастся смочить. Старайтесь, чтобы получившаяся смесь не попала на руки и посторонние предметы: оттереть пятна будет очень сложно.



3 //

**ПОДЛИВАЕМ** ещё масла. Смесь должна приобрести консистенцию жидкой сметаны (мы, проводя этот опыт, использовали в общей сложности четыре столовые ложки подсолнечного масла).



4 //

**ПЕРЕКЛАДЫВАЕМ** небольшое количество получившейся смеси в удобную для демонстрации диамагнитного эффекта посуду. Аккуратно ставим её на круговой магнит или любую систему из магнитов, которую удастся сделать. Перемещаем магнит — жидкость следует за ним, не меняя своё агрегатное состояние и повторяя форму магнитного поля: чем оно сильнее, тем выше уровень жидкости. Если магнит достаточно сильный, на поверхности коллоида будут формироваться характерные «ёжики», соответствующие силовым линиям магнитного поля.

## Как это работает?

В движение полученную жидкость приводят частицы ферритмагнетика магнетита (смешанного оксида железа с формулой  $Fe_3O_4$ ), — входящие в состав тонера. В принтере благода-

ря магнетиту тонер притягивается к специальному валу и переносится на бумагу.

В масле магнетит оказывается окружён длинными молекулами жирных кислот. Когда мы подносим магнит, частицы увлекают за собой объ-

ёмную масляную «шубу», и возникает ощущение, будто движется вся жидкость. Свой вклад в создание эффекта вносят также адсорбция масла на поверхности тонера и поверхностное натяжение жидкости, не позволяющее маслу разделяться.

## Опыт 2.

### Магнитная жидкость из хлорного железа и купороса

#### Что понадобится

- **МАГНИТ.** Такой же, как в первом опыте.
- **ЖЕЛЕЗНЫЙ КУПОРОС ( $FeSO_4$ , ВОДНЫЙ).** В быту он применяется как фунгицид, то есть как средство от грибов и плесени. Найти можно в хозяйственных и садоводческих магазинах, стоит 40–50 рублей за 100 г.
- **ЖЕЛЕЗО ХЛОРНОЕ ( $FeCl_3$ ).** Используется при травлении печатных плат для создания микросхем. Можно поискать на радиорынках или в магазинах радиотехники, а также в соответствующих интернет-магазинах. Хлорид бывает водный и безводный, для нашего опыта это неважно — всё равно будем растворять в воде. Но расчёты приведены для водного хлорида, да и стоит он дешевле: около 120 рублей за 100 г.

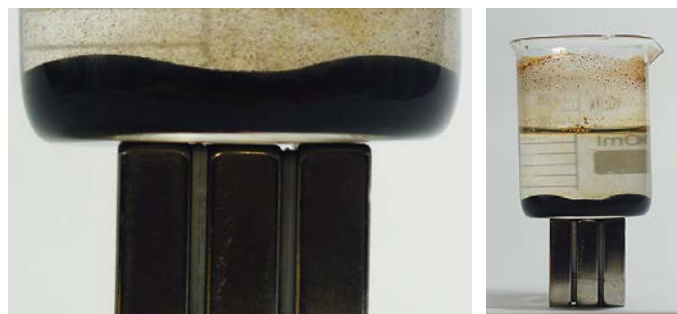
- **НАШАТЫРНЫЙ СПИРТ ( $NH_3 \cdot H_2O$ ).** Продаётся в виде 10%-го раствора в аптеке. Имеет очень резкий специфический запах, так что при проведении опыта рекомендуем надеть медицинскую маску и работать в хорошо проветриваемом помещении или на улице.
- **МОЮЩЕЕ СРЕДСТВО.** Можно использовать жидкое мыло или жидкость для стирки.
- **СОСУДЫ ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ И ДЕМОНСТРАЦИЙ.** Требования как в предыдущем опыте: с гладкой поверхностью, плоским дном, негнувшиеся.
- **СТОЛОВАЯ ЛОЖКА.**
- **МЕРНЫЙ СТАКАН.**
- **КУХОННЫЕ ВЕСЫ.**
- **МЕДИЦИНСКАЯ МАСКА И ЛАТЕКСНЫЕ ИЛИ ВИНИЛОВЫЕ ПЕРЧАТКИ.** Продаются в аптеке.

# Последовательность действий



## 1

**ОТМЕРЯЕМ** необходимое количество железных купороса и хлорида с помощью кухонных весов. Чтобы получить магнетит  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (или  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ ), в навеске должно быть в два раза больше атомов железа (III) из хлорида, чем железа (II) из купороса. Рассчитать правильные пропорции несложно. На пакете из-под железного купороса указывается массовое содержание железа, в нашем случае 20%. А в водном хлориде железа обычно 21%. Это значит, что на 1 г купороса необходимо взять  $(20/21) \cdot 2$  г хлорида — примерно 1,9 г.



## 4

**СТАВИМ** стакан на магнит. Через несколько минут весь осадок остаётся на дне. Двигаем магнит — осадок увлекается вслед за ним. Будьте осторожны: если подвести магнетит близко к краю стакана, он перевалится через него и пристанет к магниту. Аккуратно, удерживая магнит у дна стакана, слейте лишнюю жидкость. Снова добавьте воды, перемешайте и повторите процедуру декантации раза три — пока не исчезнет запах нашатырного спирта.

## Как это работает?

В тот момент, когда мы смешиваем аммиак и раствор железных купороса и хлорида, происходит химическая реакция. В результате гидролиза катионы железа (II) и (III) начинают склеиваться между собой оксо-мостиками и формируют наночастицы магнетита —  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . В этом соединении два атома железа находятся в степени

окисления «+3», а ещё один — «+2». Поэтому очень важно соблюдать соотношение реагентов, в противном случае можно получить немагнитный осадок.

Наночастицы, в свою очередь, слипаются в более крупные агломераты, видимые невооружённым глазом. Следующая операция — добавление средства для мытья посуды — должна привести к обратному распаду на отдель-

ные частицы. Этот процесс называется пептизацией, и осуществить её без редких химических реактивов чрезвычайно трудно. В остальном принцип работы тот же, что и в жидкости на основе тонера: магнетит точно так же увлекает за собой «шубу» из моющего средства, создавая эффект движущейся жидкости, которая повторяет распределение силовых линий магнитного поля.



## 2/3

**РАСТВОРЯЕМ** взвешенные и смешанные купорос и хлорид в 25 мл воды. Должен получиться прозрачный раствор оранжевого цвета без плавающих кристаллов.

**ДОБАВЛЯЕМ** в раствор нашатырный спирт, всего около 20 мл. Делаем это медленно, по капле, постоянно помешивая раствор. В результате химической реакции в стакане начнёт образовываться мутный чёрный осадок. Нужно, чтобы чёрным стал весь раствор.



## 5

**ПОДЛИВАЕМ** к получившейся чёрной сметанообразной массе немного моющего средства. Медленно, чтобы не образовалась пена, перемешиваем его с магнетитом. Магнитная жидкость готова! В этом опыте она будет даже более отзывчива к магнитному полю. Однако вполне возможно, с первого раза получить коллоид нужного качества не удастся: тут требуются изрядная аккуратность и чистые реагенты. Экспериментируйте и найдите свой идеальный рецепт магнитной жидкости!





# Почему душ стал невыносимым?

Тема вопросов —  
**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ**



ИЛЬЯ БЕР

Главный редактор телепередачи «Кто хочет стать миллионером?». Игрок спортивной версии «Что? Где? Когда?». Чемпион России 2013 и 2014 годов, чемпион мира — 2014. Капитан команды «Ксеп».

## В о п р о с ы

### 1

Изучая искусственный интеллект, советские учёные показывали ЭВМ фотографии с изображением различных объектов живой и неживой природы, а машина определяла, что такое горы, деревья, камни. С одними объектами получалось проще, с другими сложнее. Приведите ответ, который логичная машина дала на вопрос: «Что такое небо?»

**Автор** Арам Арутюнян (Ереван).

### 2

«Последствия машинного мышления были бы слишком ужасны. Давайте же надеяться, что машины ни на что подобное не способны» — подобные аргументы против искусственного интеллекта учёный Дуглас Хофштадтер называет «первая во втором». В знаменитом эпизоде советского фильма только первая не находится во втором. Назовите первую и вторую.

**Автор** Александр Коробейников (Саратов — Санкт-Петербург).

### 3

Киевский Центр театрального искусства в 2004 году поставил пьесу

Шекспира «Король Лир» в новом переводе. Режиссёр спектакля так отозвался о работе переводчика: «Его порой формальный подход к тексту иногда оказывается способен пробудить взрыв ассоциаций. Вдруг стало понятно, как должны быть одеты люди, которые так говорят. Вдруг оказалось, что речь короля Лира от начала пьесы к концу изменяется так, как изменяется его характер. В результате из текста пошла новая сила...» Какой переводчик выполнил эту работу?

**Автор** Илья Бер (Москва).

### 4

Герой мультсериала «Дилберт» показывает другу душ с искусственным интеллектом. В нём человек указывает желаемую температуру воды голосом. Когда Дилберт принимает душ, его друг проводит параллель со знаменитой экранизацией и просит напомнить её название. Вскоре раздаётся истошный вопль. Напишите название этой экранизации.

**Автор** Эдуард Голуб (Киев).

### 5

Напишите русское или латинское название животных, с которыми американский математик Джон Маккарти,

известный как автор термина «искусственный интеллект», сравнивал шахматы.

**Автор** Евгений Рубашкин (Санкт-Петербург).

### 6

На вопрос журналистов, как он умнеет, он ответил: «На самом деле я не верю, что можно “поумнеть”. Можно больше узнать, но нельзя стать более сообразительным». Ранее, после 14 лет подготовки, он сделал это. Какие три слова мы заменили словами «сделал это»?

**Автор** Григорий Смыслов (Зеленоград).

### 7

В 1967 году был снят советский фильм «Его звали Роберт», в котором поднимались проблемы искусственного интеллекта и опасности, которую роботы могут нести человеку. В самом конце фильма появилась странная надпись «АВДДИ-ИНОСЯ». Спустя несколько секунд выяснялось, что она означает. Что именно?

**Автор** Николай Гуляев (Вологда).

**ОТВЕТЫ, ОБЪЯСНЕНИЯ И КОММЕНТАРИИ** смотрите на следующем развороте.



# О Т В Е Т Ы



## 1

**Ответ** Это верхняя часть фотографий.  
**Как это брать?** Для ответа на этот вопрос надо попробовать воспроизвести в обсуждении ситуацию машинного обучения и понять, какие факты были известны машине, то есть представлены исследователями в виде «дано», и какой вывод, применив формальную логику (а другой у неё быть не могло), машина могла сделать.

Вероятно, для распознавания однотипных объектов на каком-то количестве снимков эти объекты были специально отмечены как «горы», «деревья», «камни», «небо». Таким образом, на новых фото машина уже сама могла их различать по сходству с предыдущими моделями. При этом ЭВМ имела дело только с фотоснимками, а не с самими объектами. Поэтому логично предположить, что определить объекты она могла только по отношению к их виду и положению на фото. Небо может быть голубым ясным, серым облачным, чёрным ночным. Каков же общий отличительный признак? Очень простой. Оно всегда находится сверху кадра.

**Справка** С середины 80-х годов, когда проводился описанный в вопросе эксперимент, технологии распознавания изображений ушли далеко вперёд. Сейчас уже никого не удивляет, что социальные сети не просто предлагают отмечать людей на фотографии, но и сами «угадывают», кто на них изображён. С каждым годом точность такого распознавания увеличивается. Но в основе технологий зачастую лежит всё та же формальная логика.

## 2

**Ответ** Голова, песок.  
**Как это брать?** Ясно, что в вопросе есть два разных факта. И начинать можно с любого. Отталкиваясь от первого — от читаты, можно сделать вывод, что её автор боится мыслящих машин, но никак им противодействовать не собирается. Как можно назвать такую позицию? Инфантильной, страусиной, «авось обойдётся». Из второй части, которая довольно сильно ограничивает поле поиска, следует, что кто-то или что-то почти полностью помещено в кого-то или скорее во что-то. Но всё же не полностью. Как будто что-то осталось и как бы торчит. Да это же голова Саида из «Белого солнца пустыни», должен воскликнуть кто-то из команды. И остальным тут же станет ясно, что эта версия прекрасно подходит к страусиной позиции из первой части. Ведь это как раз и есть «засовывать голову в песок».

**Справка** Сын нобелевского лауреата Роберта Хофштадтера, Дуглас, и сам оказался не лыком шит. За свою популяризаторскую книгу «Гёдель, Эшер, Бах: эта бесконечная гирлянда» он получил в 1980 году Пулитцеровскую премию. Хофштадтер много лет скептически отзывался о возможностях искусственного интеллекта, хотя и признал важность победы в 1997 году компьютера Deep Blue над действующим чемпионом мира по шахматам Гарри Каспаровым.

## 3

**Ответ** Компьютерный.  
**Как это брать?** В первую очередь нужно сосредоточиться на формулировке вопроса. Спрашивают не фамилию переводчика, а «какой переводчик». Что неудивительно — вряд ли от нас потребуют знания имён и фамилий современных переводчиков Шекспира. Значит, вероятнее всего, ответом будет не конкретный человек, а какая-то разновидность переводчиков. Какие вообще переводчики бывают? Устные, письменные, переводчики-синхронисты, сурдопе-

реводчики, специалисты по техническому переводу... Подождите, но ведь переводить умеют не только люди, но и компьютерные программы. А в вопросе сказано про «формальный» подход к тексту. Кажется, всё сходится!

**Справка** Перевод, о котором идёт речь в вопросе, выполнен компьютерной программой-переводчиком Promt. Режиссёр спектакля Александр Остапенко объяснял свою задумку тем, что давно собирался поставить спектакль на основе оригинального текста Шекспира. Но любой перевод классика казался ему самостоятельным литературным произведением. Очень сложно было найти редактора-переводчика (человека), который согласился бы наступить на горло собственной литературной амбиции. И тогда режиссёр решил обратиться за помощью к российским разработчикам компьютерных программ перевода.



## 4

**Ответ** «Космическая одиссея 2001 года».

**Как это брать?** Этот вопрос труден тем, что команда должна не только задействовать логику, но и обладать (хотя бы в одной голове из шести) не самым тривиальным знанием. Если речь идёт о голосовом управлении душем и проводится параллель с фильмом, то логично предположить, что фильм скорее фантастический. При этом сказано про истошный вопль. То есть человек либо упал, либо, что более вероятно при голосовой регулировке температуры, обжёгся. Похоже, он случайно назвал

какое-то число, которое компьютер воспринял как градус, до которого нужно повысить температуру воды. Что же это может быть за фантастическое произведение с числом в названии? «451 градус по Фаренгейту»? Но там не было ничего про разумные компьютеры. Зато что-то подобное было в «Космической одиссее 2001 года»!

Если выбор между произведениями всё ещё кажется неочевидным, можно обратить внимание на слова «знаменитая экранизация». Да, американский фильм «451 градус по Фаренгейту» существует, но вряд ли кто-то назвал бы его знаменитым. Так что если бы подразумевался этот сюжет, параллель была бы скорее с романом.

**Справка** «Умный» душ напомнил другу Дилберта, разумному псу Догберту, суперкомпьютер HAL 9000, который был способен распознавать человеческую речь. Фильм Стэнли Кубрика «Космическая одиссея 2001 года» снят по мотивам рассказа Артура Кларка «Часовой», а уже на основе сценария Кларк создал одноимённый фильму роман.



5

**Ответ** Дрозофила или *Drosophila*.  
**Как это брать?** Это по-настоящему сложный случай. На первый взгляд может показаться, что в тексте вопроса не дано толком ничего и ответить на него мог бы только близкий друг математика Маккарти. Однако это не так.

Надо, чтобы игроки задали друг другу правильные вопросы. А именно: как связаны шахматы и искусственный интеллект (ИИ)? И почему у нас вдруг просят «русское или латин-

ское название»? По первому вопросу можно сказать, что шахматы стали самым понятным и известным публичным полем для отработки механизмов и экспериментов с ИИ. Как мы теперь знаем, вполне успешных. По второму — формулировка намекает, что мы должны знать латинское название искомым животных. А откуда мы бы могли его узнать? Либо из популярной литературы, либо оно просто совпадает с русским. Другими словами, русское название — кириллическая транслитерация латинского. На самом деле мы теперь в полушаге от ответа. Если создатели ИИ экспериментировали над шахматами, то над кем обычно экспериментируют другие учёные? Белые мыши, лягушки да мухи дрозофилы. Кстати, а ведь название последних звучит явно не по-русски.

**Справка** Дрозофилы — это плодовые мушки. Дрозофила фруктовая (*Drosophila melanogaster*) — наиболее важный для научных исследований вид дрозофил. Широко используется учёными начиная с Томаса Моргана.

6

**Ответ** Прошёл тест Тьюринга.  
**Как это брать?** Кажется, тут путь к ответу довольно несложен. Ясно, что журналисты спрашивают кого-то, кто отличается умственными способностями. Но как понять, кого именно? Нобелевского лауреата? Чемпиона мира по шахматам? Знаю-тока из «Что? Где? Когда?». Чемпиона по запоминанию? Никаких оснований в пользу выбора одной из этих версий нет. А значит, они все неправильные. Нужно «выйти из плоскости» и предположить, что журналисты спрашивали не человека. А кого тогда? Животное? Робота? Компьютер? Осталось ответить, что этот «нечеловеческий» интеллект мог сделать такого, чтобы показать всем свои способности.

**Справка** Тест Тьюринга вкратце можно описать так: человек общается с одним компьютером и одним человеком. На основании их ответов он должен определить, с кем разговаривает: с человеком или компьютерной программой. Задача программы — ввести человека в заблуждение, заставив сделать неверный выбор.

Речь в вопросе шла о Cleverbot — системе, которая начиная с 1997 года провела на своём сайте более 65 миллионов бесед с живыми пользователями, накопив изрядный опыт общения. Это позволило ей при прохождении теста Тьюринга ввести в заблуждение 59% собеседников. Да и ответ журналистам выглядит вполне человеческим.



7

**Ответ** «До свидания» (слово разобрано на буквы, выстроенные в алфавитном порядке).

**Как это брать?** Первое, что должна заметить техническая команда, — это что буквы в надписи стоят по алфавиту. Раз речь идёт о роботе и искусственном интеллекте, то можно предположить, что из какой-то осмысленной надписи были изъяты все буквы и расставлены в понятном и привычном роботу порядке. Так что половина команды смело может заняться анаграммированием, то есть перестановкой букв с целью получить что-то разумное. А другая может обратить внимание, что надпись появляется в самом конце фильма, и подумать, каково может быть содержание такой надписи.

**Справка** Герой фильма, молодой, талантливый и очень амбициозный учёный-кибернетик Сергей Сергеевич, создал в своей лаборатории киборга. Робот, который внешне был точной копией своего создателя, обладал уникальными интеллектуальными и физическими возможностями, но был лишён способности испытывать эмоции. Биомеханическая модель человека, официально именовавшаяся РБ-235, или просто Роберт, являлась чудом современной техники и предназначалась для космического путешествия. 🐾





# Привычные и немьислимые числа

Откуда они **произошли**  
и для чего нужны

ИЭН СТЮАРТ  
НАТАЛЬЯ ЛISOVA  
«АЛЬПИНА НОН-ФИКШН»  
ПЁТР ПЕРЕВЕЗЕНЦЕВ  
(СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ «КОТА  
ШРЁДИНГЕРА»)

Чтобы объяснять друг другу окружающий мир и передавать знания молодым поколениям, люди придумали алфавит и письменность. А чтобы познавать мир, подробно изучать его — изобрели числа и математику. В мае на русском языке выходит книга «Невероятные числа профессора Стюарта», которая наверняка перевёрнёт представления о математике у многих, кто её никогда не понимал, и ещё больше очарует тех, кто занимается ею профессионально.

## ГЛАВА

### « ПО С Т О Я Н Н О Р А С Ш И Р Я Ю Щ А Я С Я Ч И С Л О В А Я С И С Т Е М А »

Мы склонны думать о числах как о чём-то раз и навсегда зафиксированном и неизменном — как о свойстве природы. На самом деле числа хоть и человеческое изобретение, но очень полезное, потому что они помогают нам описать и представить различные стороны окружающего мира. К примеру, сколько в вашей отаре овец или каков возраст Вселенной. Природа раз за разом удивляет нас, ставя всё новые вопросы, ответы на которые иногда требуют разработки новых математических концепций. Иногда внутренние потребности математики дают учёным подсказку для новых открытий.

Время от времени эти потребности и внешние задачи приводят математиков к расширению числовой системы и изобретению новых разновидностей чисел. Первые числа появились как метод счёта всевозможных вещей. Например, в Древней Греции поначалу список чисел выглядел как 2, 3, 4 и так далее; единица была особым понятием и не считалась «настоящим» числом. Позже, когда такое представление о числах начало казаться очень уж глупым, единицу тоже стали считать числом. Следующим серьёзным шагом вперёд в расширении числовой системы стало введение дробей. Это очень полез-

Слева: египетские иероглифы, обозначающие  $\frac{2}{3}$  и  $\frac{3}{4}$ . В середине: око Ра (уаджет). Справа: полученные из него иероглифы дробей.

ная штука, если вам нужно разделить некий товар на несколько человек. Если три человека получают равные доли от двух мешков зерна, каждый из них получит по  $\frac{2}{3}$  мешка.

Древние египтяне представляли дроби тремя разными способами. У них имелись

специальные иероглифы для  $\frac{2}{3}$  и  $\frac{3}{4}$ . Кроме того, они использовали отдельные части уаджета, или ока Ра, для обозначения единицы, делённой на первые шесть степеней двойки. Наконец, они придумали записывать дробь как «единицу над чем-то»:  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{5}$  и так далее. Все остальные дроби они выражали как сумму различных долей единицы. К примеру,  $\frac{2}{3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}$ .



Неясно, почему они не записывали  $\frac{2}{3}$  как  $\frac{1}{3} + \frac{1}{3}$ , но факт остаётся фактом: они это не делали.

Число ноль появилось намного позже, вероятно, потому, что особой нужды в нём не было. Если у тебя вообще нет овец, их не нужно считать или переписывать. Ноль сначала был введён как символ, обозначение и не считался

числом как таковым. Но когда китайские и индийские математики ввели отрицательные числа, 0 тоже пришлось считать числом. К примеру,  $1 + (-1) = 0$ , а сумма двух чисел, очевидно, тоже должна считаться числом.

Математики называют ряд чисел 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ... натуральными числами. Если добавить сюда же отрицательные числа, получатся целые ..., -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, ...

Дроби, ноль и отрицательные дроби образуют рациональные числа.

Число является положительным, если оно больше нуля, и отрицательным, если оно меньше нуля. Таким образом, любое число

(будь то целое или рациональное) обязательно попадает в одну из трёх категорий: оно либо положительное, либо отрицательное, либо ноль. Числа, используемые при подсчёте 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ..., — это положительные целые. Такая договорённость привела к возникновению одного достаточно неуклюжего термина: **натуральные числа**, то есть целые числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ..., часто называют неотрицательными целыми числами. Извините, так получилось\*.

Долгое время дроби были вершиной раздела математики, описывающего числа. Но древние греки доказали, что нет такой дроби, квадрат которой в точности равен 2. Позже это утверждение было сформулировано как «число  $\sqrt{2}$  иррационально», то есть не является рациональным. Греки пользовались более неуклюжим выражением для обозначения того же самого, но они уже знали, что число  $\sqrt{2}$

\* В русской математической традиции натуральными числами называют лишь 1, 2, 3, ..., не относя к ним ноль. — Прим. пер.





должно существовать: согласно теореме Пифагора, это длина диагонали квадрата со стороной 1. Так что потребовались дополнительные числа: рациональные уже не справлялись. Греки нашли сложный геометрический метод работы с иррациональными числами, но он не удовлетворял всех потребностей.

Следующий шаг к современной концепции числа стал возможен после изобретения десятичной запятой (или точки) и вообще десятичной записи числа. При этом появилась возможность представления иррациональных чисел с очень высокой точностью. К примеру,  $\sqrt{2} \approx 1,4142135623$  верно до десяти знаков после запятой (здесь и в других местах символ  $\approx$  означает «приблизённо равно»). Это выражение неточно; квадрат приведённого числа на самом деле равен 1,9999999979325598129.

Вот несколько лучшая аппроксимация, верная до двадцати знаков после запятой:  $\sqrt{2} \approx 1,41421356237309504880$ . Впрочем, она тоже неточна. Однако в некотором строго логическом смысле бесконечно длинный ряд десятичных знаков всё же точен. Разумеется, записывать такие выражения полностью невозможно, но можно обозначить некоторые условия, при которых они имеют смысл.

Бесконечные десятичные дроби (включая, кстати говоря, и конечные, которые можно интерпретировать как дроби, заканчивающиеся бесконечным числом нулей) называются *действительными (или вещественными) числами*, отчасти потому, что они непосредственно соответствуют измерениям в реальном мире: длинам, весам и другим величинам.

Чем точнее измерение, тем больше десятичных зна-

ков потребуется для его записи; чтобы записать точную величину, их потребуется бесконечное количество. Как ни странно, именно вещественные числа представлены как бесконечные дроби, которые полностью записать попросту невозможно. Допускаются также и отрицательные вещественные числа.

До XVIII века никакие другие математические концепции не считались настоящими числами. Однако уже в XV веке некоторые математики задавались вопросом о возможном существовании ещё одного типа числа: квадратного корня из минус единицы, то есть числа, которое при умножении на самого себя даёт  $-1$ . На первый взгляд это безумная идея, поскольку квадрат любого действительного числа положителен или равен нулю. Однако оказывается, что имеет смысл проявить настойчивость и снабдить число  $-1$  квадратным корнем, для обозначения которого Леонард Эйлер ввёл символ  $i$ . Это первая буква слова «воображаемый» (*imaginär* по-немецки, *imaginarius* на латинском, *imaginary* в английском языке); число получило такое название, чтобы отличаться от старых добрых действительных чисел. К несчастью, это вызвало к жизни много ненужного мистицизма — Готфрид Лейбниц напустил тумана и скрыл ключевой факт, назвав  $i$  «чем-то средним между существующим и несуществующим». А именно: и дей-



**Иэн Стюарт** — британский математик, специалист в области теории катастроф, симметрии, теории групп и теории бифуркаций, почётный профессор Математического института Уорикского университета. Популяризатор науки и писатель-фантаст; в настоящее время работает также научным консультантом журнала *New Scientist*.

ствительные, и «воображаемые» числа имеют в точности одинаковый логический статус. То и другое — человеческие концепции, помогающие моделировать реальность, но сами они нереальны.

Существование числа  $i$  вынуждает нас ввести множество других новых чисел, без которых невозможно совершать арифметические действия; речь идёт о числах вида  $2 + 3i$ . Они называются *комплексными числами*, без которых математика не в состоянии обходиться уже несколько столетий. Этот забавный, но истинный факт может оказаться новостью для большей части рода человеческого, потому что в школьной математике комплексные числа встречаются редко. Не потому, что они не важны, а потому что связанные с ними идеи слишком сложны и применение их не просто.

Для обозначения основных числовых систем математики используют особыми значками. Я не буду дальше их использовать, но вам, вероятно, стоит один раз на них посмотреть:

$\mathbb{N}$  = множество всех натуральных чисел  $0, 1, 2, 3, \dots$ ;

$\mathbb{Z}$  = множество всех целых чисел  $\dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots$ ;

$\mathbb{Q}$  = множество всех рациональных чисел;

$\mathbb{R}$  = множество всех действительных чисел;

$\mathbb{C}$  = множество всех комплексных чисел.

Эти системы вкладываются одна в другую, как матрёшки:  $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R} \subset \mathbb{C}$ , где символ  $\subset$  из теории множеств означает «содержится в». Обратите внимание: каждое целое число, к примеру, является также рациональным; так, целое число 3 есть также дробь  $3/1$ . Обычно мы так не пишем, но, в принципе, оба варианта записи обозначают одно и то же число. Аналогично, каждое рациональное число также является действительным, а каждое действительное — комплексным. Новые числовые системы включают в себя более старые, а не заменяют их.

Но даже комплексные числа — не предел расширения числовой системы, которым математики занимались на протяжении столетий. Существуют, например, кватернионы  $\mathbb{H}$  и октонионы  $\mathbb{O}$ . Однако их уже удобнее рассматривать в рамках алгебры, а не арифметики. Поэтому я закончу упоминанием ещё более парадоксального числа — бесконечности. С философской точки зрения бесконечность отличается от традиционных чисел и не принадлежит ни к одной из стандартных числовых систем, начиная от натуральных чисел и заканчивая комплексными. Тем не менее она долгое время болталась где-то с краю, похожая на число, но всё же не число как таковое. Болталась до тех пор, пока Георг Кантор не вернулся к точке старта — к счёту — и не показал, во-первых, что бесконечность — всё же число в смысле возможности счёта, а во-вторых, что существуют бесконечности разных размеров. Среди них можно назвать  $\aleph_0$  — количество натуральных чисел и  $c$  — количество вещественных чисел, которое больше. *Насколько больше, дело тёмное: это зависит от того, какую систему аксиом использовать для формализации математики.*

Но оставим это до того момента, пока не наработаем достаточное чутьё на привычных числах. 🐾









■ ЕЛЕНА КЛЕЩЕНКО  
(«ХИМИЯ И ЖИЗНЬ»,  
СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ  
«КОТА ШРЁДИНГЕРА»)

В 1800 году химик и министр просвещения наполеоновской Франции **Антуан де Фуркруа** описал особые вещества, которые под действием кислот или высоких температур характерным образом свёртываются (по-научному — коагулируют) и содержатся, например, в яйцах или человеческой крови. Де Фуркруа назвал их альбуминоидами — от латинского *albus ovi*, буквально «яичный белок». Отсюда пошло и русское «белок», и немецкое *Eiweiss*, а международное *protein* предложил Йенс Берцелиус лишь в 1838 году.

# Те же яйца

## Белки, жиры и витамины в капсуле из карбоната

**Опытные кулинары хвалятся, что могут целый год готовить завтраки из яиц и ни разу не повториться. Я кулинар не настолько опытный, опять же и семья не поймёт, если в число блюд из яиц не попадут оладьи. Но согласна, что такое возможно. Биохимические и физические свойства яйца дают безграничный простор для творчества.**

Шокирующий факт: наш вид массово употребляет в пищу женские половые клетки другого вида. Никакого преувеличения, для биолога яйцо птицы — это гигантская яйцеклетка в спеупаковке, созревающая вне тела матери. Потому оно так и питательно, что будущие петухи и курицы ни в чём не должны терпеть недостатка, пока не вылупятся. В первую очередь яйцо — это, конечно, белок. Собственно, белки как класс соединений и названы были в честь белой части яйца. Белок яйца защищает эмбрион от поврежде-

ний и бактериальных инфекций, а заодно служит резервным запасом питательных веществ. Больше всего в нём белка под названием овальбумин, есть ещё овотрансферрин и лизоцим — они обладают антибактериальными свойствами, а овотрансферрин вдобавок снабжает эмбрион ионами железа. Яйцо на сковороде не растекается тонким слоем, как вода, благодаря гликопротеину овомуцину — в сыром белке его 2–3%, но именно овомуцин делает его гелеобразным. Гликопротеин с похожим названием овомукоид — главный аллерген куриных яиц; аллергия

бывает и на предыдущие три белка, а также на компоненты желтка, но овомукоид — любимая мишень иммунной системы. Поскольку белок вязкий, его можно взбивать в крепкую пену. Если с сахаром, получится безе, если подсолить — компонент омлета.

Желток — основной пищевой запас для эмбриона птички. Белки в нём тоже есть, но ещё больше жиров. Жёлтым его делают лютеин и зеаксантин, относящиеся к каротиноидам (то есть родичам витамина А). Да, в желтке есть холестерин, но кроме него — много витаминов: А, D, Е, К, витамины группы В. Так что все эти натуральные маски для волос и кожи на сырых желтках — дело хорошее, да и есть яйца скорее полезно, чем вредно, если соблюдать меру.

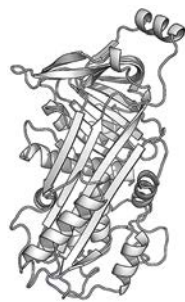
Некоторых моих родственников беспокоят яйца с необыкновенно яркими, почти оранжевыми желтками. «Курам что-то добавляют в корм!» Добавляют, как правило, натуральные экстракты каротиноидов, например, из лепестков календулы. Производители этого и не скрывают, даже наоборот — подчёркивают: каротиноиды полезны. Если давать курам экстракты красящих веществ перца, можно

получить яйца с красными желтками (хотя не думаю, что это хорошая бизнес-идея). Курица на вольном выгуле несёт яйца, цвет желтка которых варьируется очень сильно в зависимости от того, что она клюёт.

Белок яйца дал название белкам, а желток («лекитос» по-гречески) — лецитинам. Лецитины, как известно всем, кто читал составы пищевых продуктов на упаковках, — эмульгаторы: один конец их молекулы полярный, то есть охотно контактирует с водой, а другой неполярный, «жирный». Когда надо получить эмульсию жира в воде, лецитины незаменимы. В желтках их много, и это одна из причин, по которой их добавляют в соусы — тот же майонез.

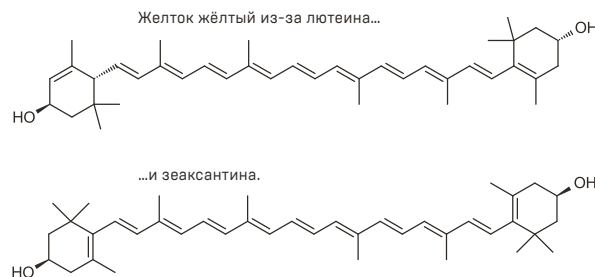
Специфический «яичный» запах формирует то же вещество, что и запах тухлых яиц, — сероводород. В белках всегда есть сульфидные группы, и чем больше сульфида высвобождается при варке или чересчур длительном хранении, тем сильнее аромат. Кстати, сероватый налёт на поверхности желтка в яйце, которое слишком долго варили, — это сульфид железа. Он образуется из железа, содержащегося в желтке, и сероводорода белка. Некрасиво, но для здоровья не вредно.

Скорлупа состоит из кристаллов карбоната кальция, погружённых в белковую матрицу. Мельчайшие поры в ней позволяют яйцу «дышать». Интересный нюанс: сваренное яйцо, которое до этого хранилось долго, чистится легче, чем яйцо из свежих запасов, потому что при хранении из него улетучивается углекислый газ и внутренняя среда становится более щелочной. А в щелочной среде белки слабее взаимодействуют со скорлупой.



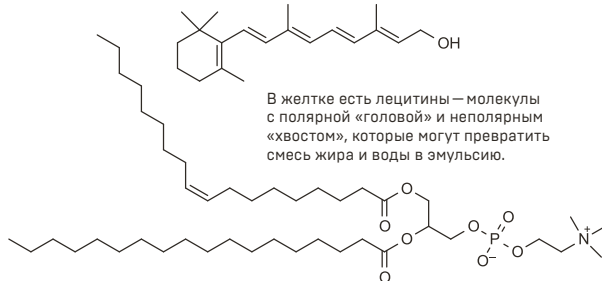
Яйцо содержит разные белки, но больше всего в нём овальбумина.

**Внутренность яйца**



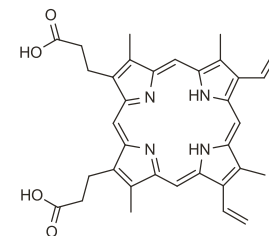
Сероводород выделяется при денатурации белков (или когда яйцо портится).

Желток богат витамином А.



**Скорлупа**

Скорлупа яйца состоит из карбоната кальция, а в коричневый цвет её окрашивает протопорфирин IX.



Коричневатая скорлупа окрашена пигментом протопорфирином. На яйцах из магазина бывают буквы и цифры, например С3 или Д1. Д — «диетическое», не старше 7 дней. С — «столовое», для них срок реализации 25 дней. Дальше идёт категория по массе: В (высшая), О (отборное яйцо), первая, вторая, третья. Яйцо высшей категории весит не меньше 75 граммов, третьей — от 35 до 44 граммов. Разброс немаленький, поэтому на кулинарных форумах часто указывают, яйца какой категории пошли в тесто для данного пирога.

Что происходит при термообработке яйца, будь то варка в скорлупе, поджаривание яичницы или запекание омлета в духовке? С этим никаких

проблем даже у школьников: классический пример денатурации белков — то самое, что наблюдал де Фуркруа. Аккуратные шарики-глобулы раскручиваются, нити перепутываются и образуют тугую сеть (сильно не пережариваем, а то яичница будет как подошва). Кстати, денатурированный яичный белок усваивается гораздо лучше сырого.

Умение жарить яичницу — главный тест на личную независимость, а сама яичница — лидер сразу в двух номинациях: на звание Самого Любимого Завтрака и Самого Осточертевшего. Поэтому вооружаемся приобретённым знанием и идём изучать рецепты блюд из яиц. Пусть не на каждый день года, но с полдюжины знать надо. 🐾



**ОМЛЕТ «ПУЛЯР»**

Берём четыре яйца, отделяем белки от желтков. Желтки слегка взбиваем, добавляем две ложки молока, соль и перец по вкусу. Белки тоже подсаживаем и взбиваем в крепкую пену (при вытаскивании венчика на поверхности должен получиться острый пик). Выливаем желтки на большую сковородку, разогретую и слегка смазанную маслом. Дожидаемся, пока они запекутся, уменьшаем огонь до минимума и выкладываем белки. Крышкой не накрываем и ждём 8–10 минут (белки должны слегка схватиться — так, чтобы не прилипали к пальцу). Разрезаем омлет пополам и складываем белком внутрь.