



Научно-популярный журнал  
[kot.sh](http://kot.sh)



Издаётся при поддержке  
Минобрнауки России

#4 (45)

ноябрь 2020

# КОТ ШРЁДИНГЕРА



Что взял  
на МКС космонавт  
Кудь-Сверчков

Как учёные  
определяют  
возраст вещей

Надо ли спать  
8 часов:  
научная пьеса



## Как схватить время за хвост

⊕ Дирижабли: мегафауна воздухоплавания



ПОСТУПАЙ  
ПРАВИЛЬНО





X

Журнал «Кот Шрёдингера»  
#4 (45) ноябрь 2020 г.

Учредитель и издатель  
ООО «Дирекция Фестиваля  
науки» Адрес: 119992,  
г. Москва, ул. Ленинские  
горы, д. 1, стр. 77  
Тел.: (495) 939-55-57  
E-mail: kotobkaakot.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

Издаётся при поддержке  
Минобрнауки России

Главный редактор: Виталий  
Лейбин  
Шеф-редактор: Григорий  
Тарасевич  
Заместители главного редак-  
тора: Андрей Константинов,  
Никита Лавренов  
Выпускающий редактор: Мария  
Кисовская  
Корректор: Ольга Готлиб  
Директор фотослужбы: Артём  
Чернов  
Арт-директор: Маша Норкина.  
Дизайнеры: Алёна Преснякова,  
Ксения Малкова, Сергей Кузерин  
Технический редактор: Ирина  
Круглова  
Препресс: Алёна Преснякова

Макет: Данила Шорох  
Обложка: Тарас Овсянников

В работе над журналом принима-  
ли участие: Наталья Бочкова,  
Василина Гедзун, Михаил Зе-  
ленский, Иосиф Лейбин, Полина  
Огородникова, Мария Пази,  
Дарья Соловьёва

Дизайн котов: Евгений Ильин

Отпечатано в ООО «Первый  
полиграфический комбинат»  
143405, Московская область,  
г. Красногорск, п/о «Красно-  
горск-5», Ильинское шоссе,  
4-й км  
Тираж: 25 000 экз.  
Цена свободная

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

Подписано в печать  
3 ноября 2020 г.  
Редакция не несёт ответствен-  
ности за содержание рекламных  
объявлений. Мнение авторов  
не всегда совпадает с мнением  
редакции.

© ООО «Дирекция Фестиваля  
науки», 2020

## ● Мяу, как бежит время!

Пролетел 2020 год, с чем вас и поздравляю! Надеюсь, новое десятилетие удивит новыми великими открытиями, изобретениями и начинаниями. Кстати, этот номер посвящен Времени — от пикосекунд до геологических периодов, от режима дня до будущего человечества. Ах, время, многоликое и неуловимое, наше сокровище и наша погибель!

Вы спросите, чего мне бояться, если я жив и мертв одновременно? Как вы наверняка слышали, я могу стать однозначно живым только тогда, когда экспериментатор заглянет в коробку со мной. Мяу, если бы все было так просто! Меня беспокоит, что у экспериментатора есть друзья, и они-то не заглядывали в коробку. Получается, для остального мира я по-прежнему останусь в суперпозиции? А значит, бесповоротно живым меня можно будет признать лишь когда все обитатели Вселенной узнают о результатах эксперимента!

Но вы ведь расскажете  
всем обо мне?

Кот Шрёдингера



- 8 Простые вещи  
*Что такое шерсть с точки зрения математика, биолога, историка, физика и других учёных*
- 10 Понятие номера: химическая кинетика.  
*Атмосекунды, фемтосекунды, миллисекунды... годы*
- 12 Космонавт Сергей Кудь-Сверчков: «Лететь туристом было бы жутко скучно»  
*«Кот Шрёдингера» взял интервью у космонавта незадолго до старта. Мы поговорили о страхе, мечтах, зависти и чувстве собственной исключительности*

# Сумма технологий

## 18 Умный город

Научно-популярный сериал: любовь, Сибирь и арсенид галлия. Большой и позитивный репортаж про учёных и изобретателей Томска.

## Тема номера: время

Да, у нас очень скромные темы. Мы замахнулись на то, чтобы понять время во всех его ипостасях: физической, геологической, биологической, психологической. Кажется, поняли. И делимся с вами.

### 30 Как учёные определяют возраст вещей

В повседневной жизни на вопрос «Когда это случилось?» отвечают календари, часы и секундомеры. Но что делать, если прошло слишком много времени? Учёные придумали способы измерять время без часов: на помощь приходят температура, магнитные поля, изотопы и молекулы. Рассказываем, как это работает.

Хотим похвастаться. Автор этого текста — биолог и журналист Мария Пази. В этом году она стала первой среди россиян победительницей конкурса European Science Journalist of the Year. То есть она лучший научный журналист Европы.

### 38 Научно-популярная пьеса «Нужно ли спать 8 часов?»

*Сон — странная штука. Примерно треть жизни человек лежит с закрытыми глазами и галлюцинирует. Может, всё-таки можно поменьше? Мы решили разобраться в этом вопросе — получилась настоящая драма!*

### 42 Хронобиология

Как свет и тьма управляют нашими биологическими ритмами

### 44 Мышление геолога поможет спасти мир

Фрагмент из новой книги «Осознание времени: прошлое и будущее Земли глазами геолога»

## Диктатура будущего

### 52 Перенаселение отменяется

По прогнозам демографов, население планеты скоро начнёт уменьшаться

## Законы природы

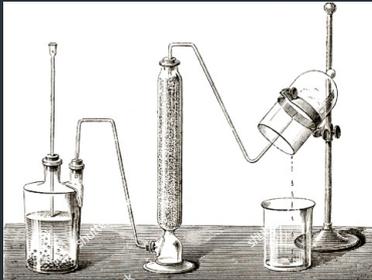
### 56 Очень странные дела эволюции

*Петляющий нерв, роды жирафихи и скрученные внутренние органы*

### 62 Тварь номера: ленивец

*Настолько медленные, что не пугают*

10



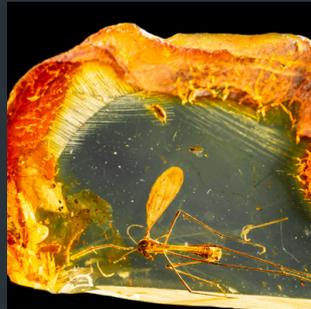
12



18



30



44



56



64



70



82



88



# Законы свободы

## 64 Румяный дом, два синих цвета и налитый сахар

Рассказываем про горномарийский язык — один из официальных языков Республики Марий Эл. Правда, говорит на нём меньше 5% населения и только в нескольких западных районах. Зато в нём есть много такого, чего нет в русском.

68 Господа, у вас свет искривился  
*Краткая инструкция, как заставить луч света по дуге ходить*

## 70 Дирижабли: мегафауна эпохи воздухоплавания

Сто лет назад небо ещё принадлежало гигантам

82 Сдаём экзамен по глазированной сыркам  
*Научно-популярный тест в формате ЕГЭ*

Только не спрашивайте, как расшифровывается эта аббревиатура. Может быть, Ёлки Главного Эксперимента? Внешне тест похож на настоящий ЕГЭ, но тема куда менее серьёзная. И авторы не серьёзные эксперты, а весёлые старшеклассники.

## 88 Почитаем о рыбках и китообразных

Фрагмент из книги «Красноречие сардинки. Невероятные истории подводного мира»

95 Шляпа профессора  
*Научно-популярная игра*

96 Научный анекдот  
*Заходят в бар Вернер Гейзенберга, Курт Гёдель и Ноам Хомский...*

# Вопросы по номеру

Ответы ищите на страницах журнала

1. Что свело венесуэльца Рауля Родригеса и сибирячку Евгению Шеремет, которые в итоге стали мужем и женой?

А. Счастливая случайность: они сели в один автобус во время чемпионата мира по футболу — 2018.  
Б. Интерес к оптической наноспектроскопии, в частности к использованию полиэтиленрефталата для работы с графеном.  
В. Совместный просмотр сериала «Теория Большого взрыва» на испанском языке.  
Г. Любовь к белкам, которых в Сибири много. Сейчас у них дома живут восемь белок, и супруги пытаются их дрессировать.  
Д. Никто об этом не знает: это тайна семьи Родригеса — Шеремет. Они просто оказались вместе, и всё.

2. За что учёные так любят радиоактивный изотоп углерода <sup>14</sup>C?

А. Он помогает лечить многие болезни, например, депрессию и шизофрению.  
Б. Это очень твёрдый и прочный материал. Круче алмаза и графена.

В. По соотношению изотопов <sup>12</sup>C и <sup>14</sup>C можно определить время жизни ископаемого организма.  
Г. Растворённый в воде углерод-<sup>14</sup> очень приятен на вкус: нечто среднее между апельсиновым соком и сладким чаем.  
Д. Учёные просто любят этот изотоп. Настоящая любовь не нуждается в научных аргументах.

3. В одном из текстов номера есть фраза: «Мы существуем словно бы вне времени и его законов. Как неопытные, но самонадеянные водители, мы мчимся со всей скоростью...» Кто по профессии автор этих строк?

А. Психолог. Это, кажется, что-то про борьбу со стрессом и тайм-менеджмент.  
Б. Историк. Типичное начало учебника.  
В. Писатель. Похоже на вступление к рассказу или эссе.  
Г. Геолог. Это рассуждение о восприятии геологического времени в обществе.  
Д. Шеф-редактор «КШ». Эти слова он произнёс, когда выпускающий редактор спросил, почему он так долго не сдаёт тексты в номер.

4. Чего нет у армянских скальных ящериц?

А. Хвоста. Они теряют его ещё в детстве и всю жизнь спокойно без него обходятся.  
Б. Пальцев на лапках. У них там что-то вроде плавников.  
В. Совести. Это один из самых наглых видов: постоянно захватывают норы других животных и съедают их яйца.

Г. Самцов. Этот вид размножается партеногенезом, все особи — самки.  
Д. У армянских скальных ящериц есть всё! Солнце, воздух, еда и триплоидный набор хромосом.

5. Цәшеш тоқыда толынна Шәлә, bonjour, hello! А ну мәһнәм яратыда Тәһдәм йымы анжаллы! Эти строки написаны на горномарийском. Какой из переводов верен?

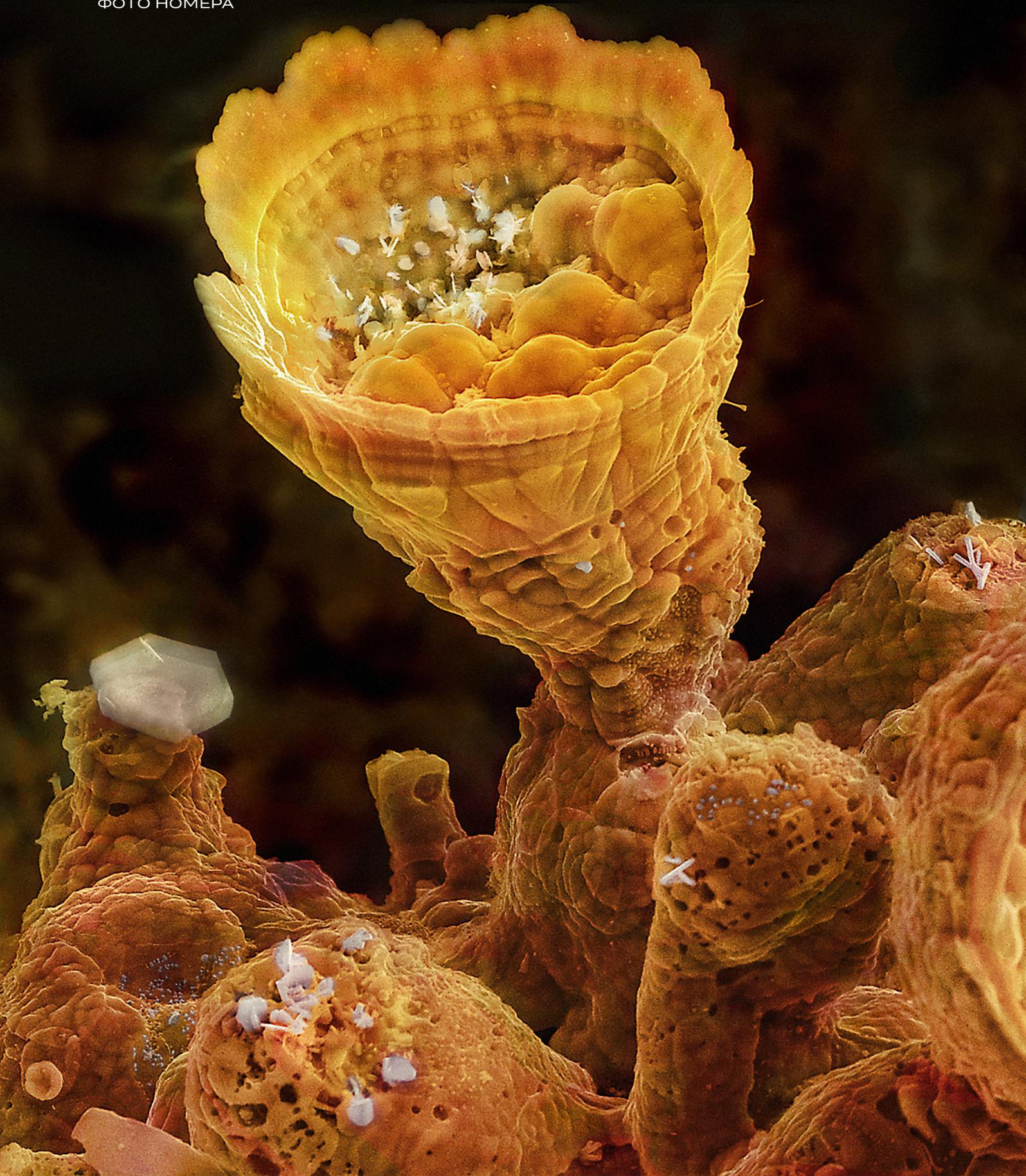
А. Пробило время жаркой сечи — Вперёд, bonjour, hello! Расправим гордо наши плечи Противнику назло!

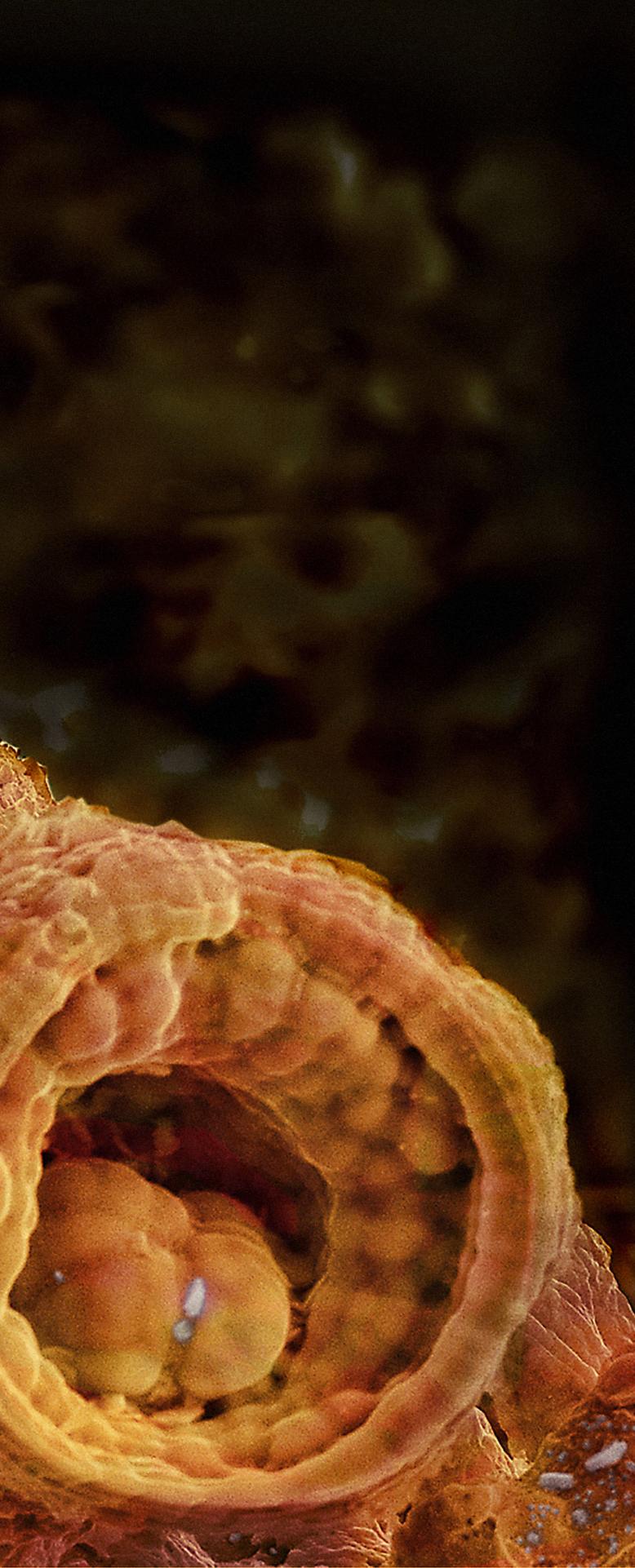
Б. Привет мой друг, Привет, bonjour, hello! Случилось это вдруг — Всё то, что нас ждало!

В. Захожу в соцсети. Читаю. Привет, bonjour, hello! Надоели приветствия эти Я устал. Я от них икаю!

Г. Мы к вам заехали на час, Привет, bonjour, hello! А ну скорей любите нас, Вам крупно повезло!

Д. У этого текста нет перевода, поскольку горномарийский язык не расшифрован. Учёные пока не смогли решить эту задачу, но упорно над ней работают.





## «Рожок мороженого» в подарок от вулкана

Этот снимок стал одним из победителей конкурса «Снимай науку!», который проводят Википедия и телеканал «Наука». Перед вами редкие минералы, которые образовались благодаря вулкану Мутновский, Камчатка. Реальный размер композиции на фото — около 700 микрометров, то есть меньше одного миллиметра.

Автор фотографии — Михаил Зеленский, ведущий научный сотрудник Института экспериментальной минералогии РАН. Он поясняет: «Подобные формы в виде „рожка мороженого“ образуются в результате роста минерала из постепенно увеличивающихся в диаметре капель раствора».

Тот минерал, что на снимке имеет рыжеватый цвет, — это сульфид пентавалентного мышьяка  $As_2S_5$ , у него ещё нет официального названия. А бесцветные прозрачные кристаллы имеют состав  $NH_4As_4O_6$  и тоже пока не внесены в справочники по минералогии. ^\_^

## Предмет номера

# Шерстяная НИТЬ

Ханты-Мансийск. Зима. Вечер. За окном лютый холод. В рамках междисциплинарной конференции учёные сидят перед камином и вяжут из шерсти — кто носки, кто свитер, кто варежки. Начинается неторопливая беседа

✎ Материал подготовлен ^  
Дарьей Гусейновой  
и Марией Кузенок  
(корпункт «КШ»  
в Ханты-Мансийском  
автономном округе),  
куратор Анастасия  
Криволапова (корпункт  
«КШ» в Санкт-Петербурге)

### Археолог

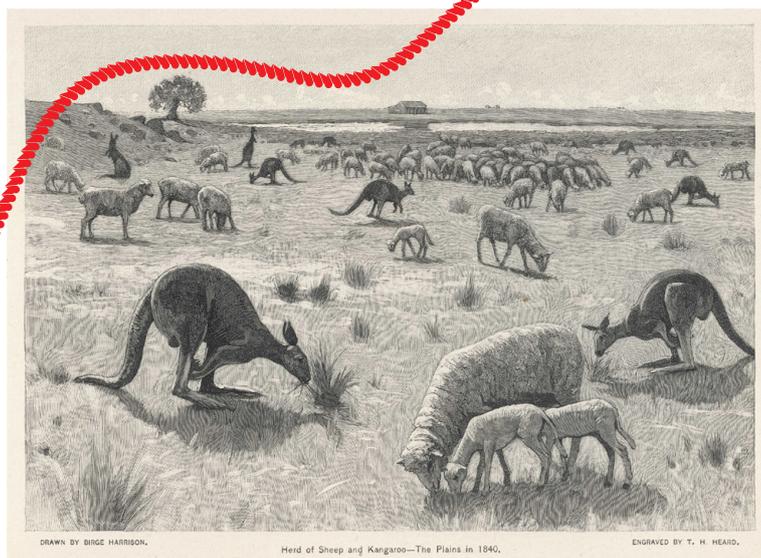
Вы, наверное, спросите меня, когда впервые появилась шерстяная ткань? Банальный вопрос. К тому же точных данных у меня нет, эта штука плохо сохраняется. Но известно, что овца была одомашнена примерно 10 тысяч лет назад. Может быть, уже тогда первобытные люди стали делать нити из её шерсти. Про древние цивилизации известно более точно. Вот недавно я читал исследование «Текстильные технологии Египта: сырьевая база». Автор — старший научный сотрудник Центра египтологических исследований РАН Ольга Орфинская. Так вот, там написано, что первая шерстяная ткань, обнаруженная в Египте, датируется IV тысячелетием до нашей эры. Использовали шерсть овец, коз, лошадей, верблюдов. Впрочем, этот материал у египтян был не очень популярен. То ли дело Рим и Византия...

### Палеонтолог

Если уж речь зашла об истории, то начинать надо не с того, кто первый научился делать ткань из шерсти, а с того, кто эту шерсть стал отращивать. Случилось это давно, больше 200 миллионов лет назад. Начиналась эпоха доминирования динозавров, но и предки современных млекопитающих тоже уже существовали. Они были теплокровными, а значит, тело надо было как-то обогревать. Вот матушка-эволюция и снабдила их шерстью. Одним из первых животных, про кого это более-менее точно известно, было существо с красивым названием морганукодон. Мелкое такое, сантиметров десять. Внешне что-то среднее между мышью и землеройкой. Вот его за варежки и благодарите!

### Химик

Давайте и я про основы основ. Шерстяная нить состоит в основном из кератинов, это такие белки. Они не растворяются в воде из-за гидрофобных аминокислот, которые входят в их состав. Кстати, изучением структуры креатина занимался знаменитый химик Лайнус Полинг, дважды лауреат Нобелевской премии. Он установил, что молекулы этого вещества организованы в виде двойных спиралей с шагом 0,54 нанометра.



### Политолог

Надеялись обойтись без политики? Не получится! Даже сегодня, на исходе второго десятилетия XXI века, лорд-спикер палаты лордов, верхней палаты парламента Великобритании, как и встарь, сидит не просто в кресле, а на подушке квадратной формы, набитой шерстью. Эту традицию ввёл в XIV веке Эдуард III: шерсть в Англии была тогда очень важной частью экономики. Британцы эту традицию, как и многие другие, поддерживают, только шерсть в подушке не только английская, но и из других стран Британского Содружества. Согласитесь, неплохая иллюстрация влияния экономики на политические символы.

### Экономический географ

Раз уж вы вспомнили про британские владения, не могу не отметить тот примечательный факт, что на данный момент самым крупным экспортёром шерсти является Австралия. А эта страна — доминион: фактически независимое государство, признающее власть британского монарха.

### Физик

Не буду вам про теплопроводность шерсти рассказывать. Это вы и так знаете, иначе свитер в холода не надевали бы. Но знаете ли вы, почему после стирки шерстяные вещи садятся? На поверхности шерстяных волокон находятся ороговевшие чешуйки. При взаимодействии с водой, особенно горячей, они распушаются. А во время самой стирки или отжима сцепляются между собой, как застёжки-липучки, и вещь уменьшается в размере. Любимые шерстяные носки стирайте в прохладной воде!

Английские мериносовые овцы, ещё в XVIII веке потеснившие кенгуру с полей Австралии, сделали эту страну крупнейшим экспортёром шерсти на планете

### Этнограф

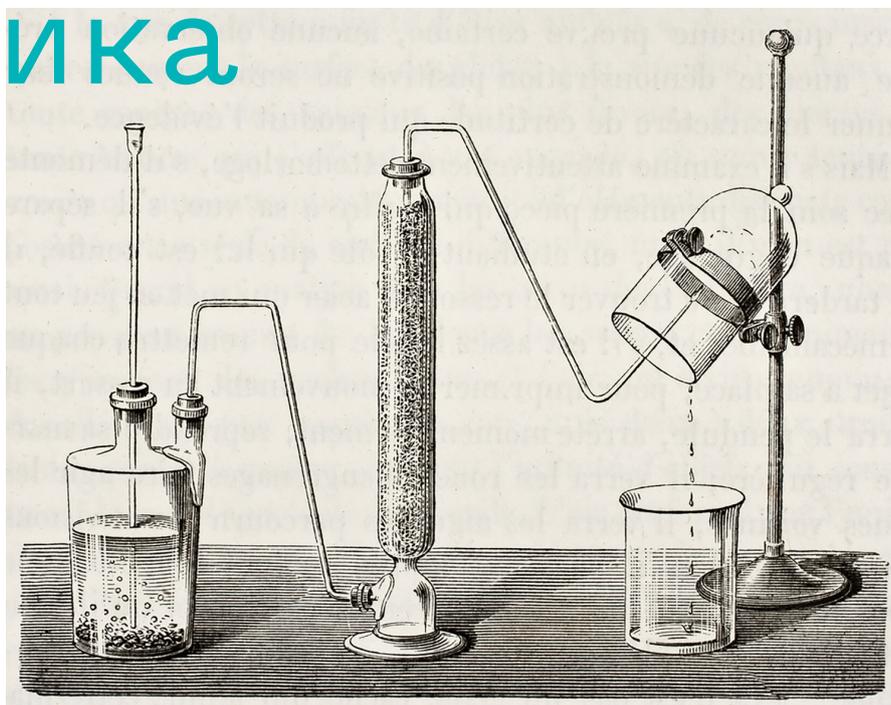
Раз уж мы в Ханты-Мансийске, то давайте про местные традиции. Народы Севера вяжут из шерстяных нитей чулки с особыми узорами — у каждого из них свой способ выполнения и смысл. Так, например, узор «локоть лисы» сделан в геометрическом стиле. В названии нередко фигурируют разные части тела животных. Словосочетания, связанные с локтем, обычно относятся к названию земель, охраняемых духом-покровителем в том или ином обличье. Есть дух, принимающий вид лисы. Северные ханты называют его Тэк-ики.

### Математик

Помните, есть геометрия Лобачевского, которая отрицает аксиому о параллельных прямых? Наверное, вам сложно представить, как выглядит такой мир. Да и не только вам, неевклидову геометрию вообще очень трудно визуализировать. Но тут как раз на помощь приходит вязание! Математик Дайна Тайминя сумела сделать из шерсти модели геометрии Лобачевского. В 2009 году она даже выпустила книгу под названием «Вязальные приложения с гиперболическими плоскостями». ^\_^

# Химическая кинетика

✎ Иосиф Лейбин



Химическая кинетика занимается временем. временем в химических реакциях. И это время может быть и микроскопическим, и вселенским

## Вначале

считалось, что горение водорода — это простая реакция. В ней выделяется много тепла, и любой учебник скажет, что эта реакция прекрасно идёт при комнатной температуре. Идёт, конечно, прекрасно, но очень медленно: 1017 лет (а это на много порядков больше, чем возраст Вселенной). И мы бы её никогда не увидели, если бы не подожгли гремучую смесь. Или не добавили катализатор.

## Внутри реакций много реакций

Потом обнаружилось, что реакции протекают в несколько стадий, в которых участвуют все возможные комбинации из атомов водорода и кислорода. У каждой стадии своя скорость и свои требования к температуре, давлению и прочим условиям. В общем, иногда гремучая смесь не гремит. И чтобы понять почему, нужно понять

химическую реакцию на всех уровнях мироздания — от отдельных электронов до заводских реакторов. И для этого придётся немного изменить наше восприятие времени.

## Все реакции идут всегда

В школе химические реакции рассматриваются отдельно, сами по себе. В реальности же для какого-то набора реагентов и условий все реакции, которые могут идти, идут. Одновременно. Например, молекулы воды в стакане постоянно распадаются под действием света и столкновений с другими частицами. Но собираются обратно в миллионы раз быстрее — и мы успеваем их выпить. Две характеристики: энергия (сколько тепла и энтропии выделяется / поглощается в реакции) и скорость — отвечают за то, последствия какой из них мы увидим своими глазами.

В химической кинетике реакции делятся на элементарные стадии. Перемещение молекул реагентов друг к другу (диффузия), их взаимодействие, распад продукта и образование какой-нибудь третьей молекулы, поглощение кванта света — примеры таких стадий.

## Масштабы времени

На каждом временном масштабе, от аттосекунд до часов и дней, происходит конкуренция разных стадий, которая определяет исход всей реакции. Самые быстрые процессы задействуют наиболее лёгкие части молекул — электроны.

### аттосекунды (ас, $10^{-18}$ с)

От 1 до 100 ас времени занимает поглощение света, передача электрона от одной молекулы к другой, изменение формы электронных облаков под действием внешних условий.

### фемтосекунды (фс, $10^{-15}$ с)

Замедлим наши часы в тысячу раз. В поле нашего восприятия попадут более интересные для химика сцены — движение атомных ядер друг относительно друга. На этом масштабе мы сможем наблюдать, как распадаются и образуются молекулы, как они меняют в движении форму и какие положения для них предпочтительны. Современные учёные могут наблюдать эти явления при помощи особых экспериментальных приёмов (фемтосекундная спектроскопия).

### пикосекунды (пс, $10^{-12}$ с)

Если мы замедлим ещё в тысячу раз, непрерывно колеблющиеся и перекручивающиеся молекулы сольются для нас в размытые трясущиеся облака из ядер и электронов. Тогда мы сможем сосредоточиться на их относительном движении, а также наблюдать работу ферментов.

### микро- (мкс, $10^{-6}$ с) и миллисекунды (мс, $10^{-3}$ с)

Вот мы и подошли к знакомым школьным реакциям в растворах! Когда сливают кислоту и индикатор, молекулы начинают перемещаться и сталкиваться с такой скоростью, что мы не успеваем оглянуться, как реагенты уже равномерно распределились по стакану и установилось химическое равновесие, о чём свидетельствует ровное окрашивание раствора.

### ГОДЫ

Людам, которые изучают химические реакции в вязких жидкостях, стёклах и кристаллах, роскошь быстрого установления равновесия недоступна. Из-за того что передвижение частиц в твёрдых телах осложнено, даже самые быстрые и выгодные реакции могут идти годами: реагирующие молекулы просто не могут подойти друг до друга. Синтез полимеров, к примеру, практически никогда не проходит до конца, так как движение молекул в толще переплетённых нитей, которыми фактически и являются молекулы полимера, затруднено до крайности.

## Химики рассеяны по времени

Квантовые химики и спектроскописты оперируют фемто- и пикосекундами, химики-синтетики живут в обычном мире минут, секунд и часов, а специалисты по полимерам переходят от наносекунд к суткам в течение одного рабочего дня. Вполне возможно, что в корпусе вашей пластмассовой ручки какие-нибудь молекулы уже много месяцев пытаются достичь друг друга и вступить в реакцию, которая займёт меньше времени, чем требуется для одного взмаха крыльев комара. ^\_^

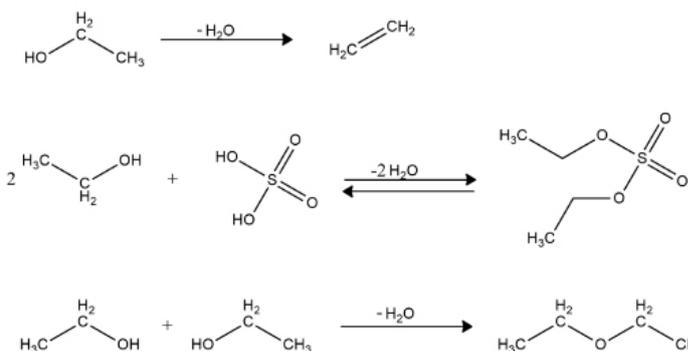
### Вопрос знатокам о кислоте и спирте

Концентрированная серная кислота известна своей любовью к воде. Каждый студент-химик знает, что при разбавлении наливать можно только кислоту в воду, но никак не наоборот. При их смешении выделяется колоссальное количество тепла, и если небольшое количество воды налить в стакан с кислотой, она быстро вскипит и стакан плюнет незадачливому химику в лицо. Хорошо, что в наше время на практикуме ходят в масках. Если же с серной кислотой смешать этиловый спирт, то она будет отрывать воду прямо от его молекулы. Причём **тремя разными способами**:



В первом случае образуется этилен, во втором — сложный эфир серной кислоты. Двусторонняя стрелка означает, что реакция обратима: когда спирта в смеси много, а эфира мало, он образуется, а когда наоборот — распадается. В третьей реакции образуется так называемый простой эфир. Он устойчивей. Этилен вообще газ — он улетает из смеси и не возвращается. Внимание, знатоки! Если первая реакция быстрее третьей, чего в итоге будет больше: этилена или простого эфира? А почему ничего не сказано про вторую реакцию, попробуйте догадаться сами.

**Ответ**  
Этилена будет больше, он же быстрее образуется. А вот про вторую реакцию не сказано ничего, потому что она обратима: в условиях, когда спирта мало (он тратится на создание этилена и простого эфира), она будет идти в обратную сторону.





# Космонавт Сергей Кудь-Сверчков: «Лететь туристом было бы жутко скучно»

✎ Григорий Тарасевич ^

Это Чита,  
сфотографированная  
с МКС. Снимок сделал  
командир экипажа  
Сергей Рыжиков

Интервью перед  
полётом на МКС

*«...В соответствии с графиком работ в российском сегменте Международной космической станции на 18 ноября 2020 года запланирован 47-й плановый выход в открытый космос, который выполнят космонавты Роскосмоса Сергей Рыжиков и Сергей Кудь-Сверчков... Российский выход в космос впервые будет осуществляться из стыковочного отсека модуля „Поиск“ МКС в скафандрах „Орлан-МКС“ № 4 и 5... На Сергее Рыжикове будет надета командирская экипировка с красными лампасами (скафандр „Орлан-МКС“ № 5), на Сергее Кудь-Сверчкове — с синими лампасами вдоль скафандра...»*

Сообщение на сайте Роскосмоса я прочитал в день, когда сдавал этот текст в печать. Возможно, кому-то это уже кажется рутинным: ну выходят люди в открытый космос, ну чего-то там монтируют. Для меня же это личная история.

С Сергеем Кудь-Сверчковым я познакомился несколько лет назад. Кажется, это было на фестивале науки в Салехарде, где мы оба выступали перед местными школьниками. Меня удивило:

Сергей состоял в отряде космонавтов, но ещё ни разу не летал, однако был готов в деталях ответить на любой вопрос о жизни на МКС. Это вовсе не напоминало желание примазаться к чужой славе — скорее Сергей походил на отличника, который знает наизусть текст учебника, а заодно и биографию его автора.

Потом мы сидели в кафе. Я ел хот-доги, а он соблюдал диету и ограничился чаем. Мы долго рассуждали, какие книги о космосе нужны сейчас школьникам. Вроде бы сошлись на том, что надо просто взять и написать хорошую книжку... А сейчас мой собеседник выходит в открытый космос в скафандре с синими лампасами. К счастью, за две недели до старта я успел с ним созвониться и взять интервью.

Эта история для меня личная не только потому, что я знаком с космонавтом. Полёт в космос — это что-то на грани. По-другому, более глубоко — экзистенциальнее, что ли — начинают звучать все темы, связанные с человеком и человечеством.

Перед тренировкой: астронавт NASA Кэтлин Рубинс, космонавты Сергей Рыжиков (в центре) и Сергей Кудь-Сверчков. С 21 октября 2020 года эта тройка работает на МКС



**Если ты не против, я буду задавать скорее личные вопросы. Вот ты полетишь в космос. Скажи, тебе не страшно?**

Наверное, нет. Есть волнение, мандраж какой-то. Очень хочется выполнить свою работу отлично, и я понимаю, что это сложно. Наверное, поэтому немного волнуюсь. А вот животного страха нет. Согласись, странно было бы десять с лишним лет идти к этой цели и теперь бояться. Все эти эмоции — страхи, обдумывания — это было давно. Если бы всё случилось неожиданно, тогда да, может, и был бы страх. Сейчас нет.

**А когда ты в первый раз с парашютом прыгал, был страх?**

Нет людей, которые совсем не боятся. Всё-таки это опасное дело — что в космос летать, что с парашютом прыгать. Но, знаешь, бывают разные виды страха. Есть страх деятельный, когда ты боишься, напряжён и начинаешь работать. Это страх мобилизующий. Первый раз я прыгнул ещё до того, как попал в отряд космонавтов. Страх, конечно, был. Но я понимал, что если всё сделаю правильно — нормально выйду, дёрну за кольцо, приземлюсь как положено, — то всё будет нормально. Элементов неизвестности в этой цепочке нет. Наверное, я опасался, что сделаю что-то не так. Но желание прыгнуть было гораздо сильнее, оно всё перевесило. И я потом очень гордился, что сам вышел из самолёта, открыл парашют, правильно приземлился, — эмоций была масса.



Старт ракеты, которая доставила Сергея на МКС

**Наверное, это очень банальный вопрос. Но мы с тобой о многом говорили, а про это я ни разу не спрашивал. В какой момент ты захотел стать космонавтом? Как это вообще случилось?**

Не было такого: раз — и захотел. В детстве я не мечтал стать космонавтом. Хотел иметь какую-то героическую профессию. А героями для меня были пожарные, спасатели, милиционеры, пограничники, военные. Они людей спасают, родину охраняют, шпионов ловят. Идея эта пришла мне в голову, когда я поступил в МГТУ имени Баумана на факультет ракетно-космической техники. Да и то не сразу, курсе на четвёртом или пятом. Я пошёл инженером в РКК «Энергия» имени Сергея Павловича Королёва. Там работал в том числе с космонавтами. Мечта стала конкретной, хоть и очень-очень далёкой. Тогда я написал своё первое заявление, что хочу стать космонавтом. Меня похлопали по плечу и сказали: «Ну давай, вперёд! Посмотрим, что из тебя получится». Как-то так.

**Что было самым сложным в подготовке?**

Наверное, тренировки на выживание. Например, мы как-то три дня сидели в пустыне в сильную жару фактически без еды и воды. Были моменты, когда приходилось очень много учиться. У нас новички сначала два года обучаются, а потом сдают госэкзамен. Это как защита диплома или диссертации. Понимаешь, что у тебя всего один шанс и нужно показать себя. Либо ты просто уйдёшь из отряда. Но это всё текущие трудности. Они заканчиваются, и ты понимаешь, что да, ты способен пройти этот этап — и уже не особо беспокоишься. Глобально самое трудное в подготовке — это ожидание. Кто-то летит через четыре года после зачисления в отряд, кто-то — через десять, были случаи, когда через пятнадцать лет летели. И всё это время надо поддерживать свои навыки, здоровье, участвовать в спецтренировках, прыгать с парашютом. А главное — сохранять всё это время высокую мотивацию, ведь напряжение вроде бы спадает, всё уже приедается и становится рутинной. Вот это самое трудное. Потому что у тебя нет какой-то точки на горизонте, которую бы ты постоянно контролировал. Твой старт — он непонятно когда, непонятно с кем.

Этот таинственный географический объект хорошо виден с борта МКС. Гальб-Эр-Ришат («Глаз Сахары») – это концентрическая структура около 50 км в диаметре, расположенная в Мавритании. Учёные до сих пор спорят: это результат вулканической деятельности, последствие удара метеорита или что-то ещё?

**Представляю, как это тяжело — годами ждать, когда же назовут твою фамилию, а её всё не называют. Как поддерживать себя в ожидании назначения?**

Лично меня поддерживал в первую очередь груз ответственности. Ты сам в себя столько вложил, другие люди вложили в тебя столько сил, времени, средств. И в любой день тебе могут позвонить и сказать: «*Всё. Мы назначаем тебя в экипаж, ты летишь*». И представить, что в этот момент ты ответишь: «*А я не готов. Тут недоучил, тут вес набрал*»... Проще взять человека, который стоит после тебя в списке, но больше готов. И конечно, подбадривает внутреннее чувство: я знал, куда иду, знал, что я буду нужен. Путь долгий, но он не зря. Это помогает — верить в то, что всё не зря.

**У тебя жена и дети. Сейчас ты улетаешь на полгода. Волнуешься за них?**

Переживаю, конечно, что дети подрастут без меня. Но у нас с супругой Ольгой достаточно большой опыт таких ситуаций. В процессе подготовки я отсутствовал и по три месяца, и по шесть. В этом году дома не был практически с мая, по пальцам одной руки можно подсчитать дни, которые я провёл с семьёй.

**Ради чего ты всё это делаешь? Чтобы собой гордиться? Ради страны? Ради всей нашей цивилизации?**

Я разделяю личные цели и цели, которые ставит передо мной государство. Личная цель — уникальная возможность посмотреть на Землю со стороны, почувствовать невесомость. Но не в качестве космического туриста: это было бы неинтересно. Это было бы жутко скучно. Самое увлекательное здесь формат экспедиции. Ты везёшь с собой научные инструменты, везёшь знания, которые позволяют получить новые знания. Вот это интересно! Это то, что мне больше всего нравится, — привезти новые знания и поделиться ими с людьми, которые их правильно используют.

**У тебя есть ощущение, что ты какой-то особенный? Всё-таки в космосе побывало не так много людей.**

Знаешь, не могу так сказать. Да, космонавтов немного, можно было бы считать себя каким-то исключительным. Но, допустим, у меня есть друзья-врачи. Так они жизни спасают! Есть учёные, которые занимаются разработками на мировом уровне. И я сижу и думаю: «*Вот это человек!*» Ну да, космос, а здесь люди настоящие открытия делают. Я смотрю на другие профессии такими глазами, какими кто-то смотрит на меня. Вот сейчас мне приходят сообщения от однокурсников: гордимся, что вместе учились. Это очень смущает. Нет у меня чувства исключительности.

Петропавловск-Камчатский. Снимок с борта МКС



Тренировка  
в пилотируемом  
корабле «Союз MS-17»  
на космодроме Байконур

### Совсем-совсем?

Ну, иногда возникает, когда какие-то люди, не очень разбирающиеся в космонавтике, пытаются нашу профессию принизить. Мол, подумаешь, космонавт — да сейчас каждый день в космос летают, это рутина. Вот тогда возникает искреннее возмущение. Ну как же так! Профессия тяжёлая, интересная, а вы её в самые рядовые записываете.

**Знаю, у космонавтов есть много ритуалов перед полётом. «Белое солнце пустыни» посмотреть, дерево посадить. А ты что-то символическое собираешься перед стартом сделать?**

Непростой вопрос. Вот сейчас пытаюсь вспомнить, что я делаю перед важными поездками. Обычно, когда уезжаю, включаю Metallica, композицию Turn the Page. Она очень душевная, мне её важно слушать в дороге, когда перемещаешься из точки А в точку Б. Наверное, перед выездом из гостиницы на космодром её послушаю.

### А какие-то предметы символические с собой берёшь?

Мы имеем право взять килограмм личных вещей. На станции нас обеспечивают всем: одеждой, гигиеническими инструментами и т. д. А личные вещи нужны для души. Я вот возьму мягкие игрушки,

которые смастерила супруга: трёх вязаных космонавтов. Есть традиция: в корабль над пультом вешается индикатор невесомости — мягкая игрушка на верёвочке. Пока работает двигатель, ниточка натянута, а когда настанет невесомость, она начинает плавать. Конечно, мы и без этого можем понять, что наступила невесомость, но традиция красивая. Супруга связала трёх космонавтов — для каждого члена экипажа. А ещё я возьму фотографии друзей и родных. Возьму конверты, чтобы отправить письма друзьям и родным со станции. Ну и несколько флажков — России и городов, с которыми как-то связан. Вот килограмм личных вещей и набрался! ^\_^

# Умный город

Научно-популярный  
сериал:

*любовь,  
Сибирь  
и арсенид  
галлия*

✍ Дарья Соловьёва <sup>^</sup>  
при участии корпункта  
«КШ» в Томске  
📷 Наталья Бочкова

Если бы какой-нибудь режиссёр решил снимать сериал про учёных, то местом действия стоило бы выбрать Томск. Во-первых, его часто и по праву называют городом изобретателей. А во-вторых, здесь можно найти героев из любой научной сферы с разными характерами и мировоззрением



## ПРЕДЫСТОРИЯ. «МОЗГ ЧЕШЕТСЯ»

Прежде чем перейти к героям гипотетических сериалов, нужно сказать пару слов о месте действия. Как так случилось, что небольшой сибирский город, который когда-то был местом ссылки, вдруг начал изобретать и до сих пор является поставщиком инноваций для всего мира? Тут хорошо подойдут чёрно-белая съёмка, портреты русских царей и дореволюционных профессоров, душевный закадровый голос...

В Томске 500 тысяч жителей. Больше 80 тысяч из них — студенты. Если прогуляться по проспекту Ленина, то может показаться, что в городе нет ни пожилых, ни даже просто взрослых, — только молодёжь. Вдоль проспекта друг за другом стоят шесть университетов.

Первым появился Томский государственный. Ещё в XIX веке Александр I решил открыть университет в Сибири. Дело затянулось на 70 лет. Долго думали, где построить. Поначалу Томск вызывал сомнения: тогда здесь было много ссыльных, как-то неблагонадёжно. Рассматривали Омск. Но один из инициаторов проекта, врач и профессор Василий Флоринский, возражал: Омск — город военный, к науке равнодушный и живёт на государственные средства, а Томская губерния большая, там есть торговля и средние учебные заведения. В общем, уговорил Флоринский Александра II, и в 1878 году в Томске основали Сибирский императорский университет. Первый университет за Уралом. Империя тогда дала наказ обеспечивать знаниями все окрестные города. С тех пор этот наказ Томск и выполняет.



Олег Толбанов — автор более 160 научных статей в базе данных Web of Science и 60 изобретений

## СЕЗОН 1. «ПЕРЕВОРОТ В РЕНТГЕНО- ГРАФИИ»

**Жанр — производственная драма. Главный герой — пожилой учёный, который положил жизнь на алтарь науки и не жалеет об этом. Но он мучается из-за того, что в России его изобретение до сих пор не внедрили в производство. Хотя за рубежом за ним выстроилась бы очередь. Герой несомненно патриот, поэтому идёт на жертвы. Он не уезжает ни на Запад, ни на Восток, чтобы дать жизнь своему детищу. Он остаётся, но не сдаётся...**

— Вот здесь вся моя жизнь! — поглаживает шершавый бок чёрного чемоданчика учёный-физик, профессор Олег Толбанов. Жестом фокусника он откидывает крышку, а под ней — две крохотные пластиночки, поблёскивающие на свету всеми цветами радуги. — Это арсенид галлия, основа детектора рентгеновского излучения. Работает детектор так же, как и ваш

фотоаппарат, только в рентгеновских лучах. А потом преобразует каждый квант излучения в импульс электрического тока. Дальше идёт цифровая обработка, и мы получаем изображение. Причём не чёрно-белое, а цветное! За этой фишкой будущее не только России, но и всего мира. Пока профессор зачарованно смотрит на пластинки, я разглядываю его кабинет. Здесь нет ничего, что бы отвлекало от научного поиска. Стол, стул, компьютер и голые бежевые стены. Хотя нет, на стене висит одинокий шарж на Толбанова — подарок студентов. Учёный, сидя за рабочим столом, попивает эспрессо. А из-за его кресла торчат сачок и удочки. — Если сравнить современную рентгенографию с телевидением, то получится, что она застряла на уровне 50-х годов, — возвращает меня к разговору о науке Олег Петрович. — А наша рентгенология — это 4K-панель, воспроизводящая миллионы цветов. Благодаря ей исследователь получает возможность различать все ткани, дефекты, новообразования, неразличимые на обычном снимке. А значит, быстро и точно выявлять ещё на ранних стадиях онкологию, туберкулёз, множество других болезней. Материалов, из которых можно сделать такой детектор, всего три: аморфный селен,

но он должен постоянно находиться при температуре примерно  $-213\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; кадмий-теллур, но он супердорогой; и арсенид галлия, сравнительно недорогой и некапризный. Вот на него-то и сделал ставку томский учёный — и оказался монопольным владельцем технологии.

А началась история этой разработки с адронного коллайдера. Когда рухнул Советский Союз, учёным было не очень понятно, чем вообще дальше заниматься. Вот тогда Институт физики высоких энергий и предложил Толбанову придумать радиационно стойкий детектор для коллайдера. Что это такое, Олег Петрович тогда ещё не знал, но решил рискнуть:

— Уже через два года мы сделали первые образцы на основе того самого арсенида галлия и отправили их на испытание в ЦЕРН (*Европейский центр ядерных исследований, крупнейшая в мире лаборатория физики высоких технологий*. — «КШ»). На испытаниях завалились все детекторы: японские, американские, английские, а наши остались целёхоньки.



На Западе каждую такую пластину готовы купить за десять тысяч евро. Но для Толбанова важнее, чтобы её больше использовали в России

Правда, российские детекторы в коллайдере установили лишь в небольшом количестве и только в местах с высоким уровнем радиации. Но было понятно, что сибиряки нащупали новое направление, и в 1998-м IASTC (Международная ассоциация по сотрудничеству с учёными новых независимых государств бывшего Советского Союза) заказала группе Толбанова и Институту физики высоких энергий проект — сканирующий медицинский аппарат с рентгеновским

изображением. А на работу дали... три дня. Сибиряки не ели, не спали, но дело сделали.

— Медициной всё не ограничивается, — с явным удовольствием продолжает учёный. — Наши детекторы могут определить содержание нефти в нефтегазовой смеси или находить алмазы в добытой руде. А ещё их используют в синхротронных центрах четвёртого поколения. Знаете, что такое синхротронное излучение? Оно просвечивает объект насквозь, определяет состав объекта и его атомную структуру. Можно сказать, кроме этих детекторов в жизни я ничего больше не изобрёл, всё остальное — мелочи. Много это или мало? Я считаю, что мало. — Но почему? — удивлённо вскрикиваю я. — Зато какая польза!

**НАША РЕНТГЕНОЛОГИЯ — ЭТО 4К-ПАНЕЛЬ, ВОСПРОИЗВОДЯЩАЯ МИЛЛИОНЫ ЦВЕТОВ. БЛАГОДАРЯ ЕЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ ПОЛУЧАЕТ ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗЛИЧАТЬ ВСЕ ТКАНИ, ДЕФЕКТЫ, НЕРАЗЛИЧИМЫЕ НА ОБЫЧНОМ СНИМКЕ**

— Какая? — смотрит на меня внимательно Толбанов. — Вот если бы Россия выпускала рентгеновские аппараты и была конкурентоспособна на глобальном рынке, тогда другое дело. А так это всё игрушки. Мы вообще не заряжены науку продавать. Представьте себе чёрный ящик — это вся наша научно-образовательная деятельность. На входе денежные средства, на выходе — новые знания. Они складываются на полочку, аккуратненько копятся годами и забываются или публикуются в различных научных журналах. Потом эти знания используют для своих разработок учёные за границей. Вот этим мы и отличаемся от Запада: там на входе новые знания, а на выходе приборь.



В успешных сериалах должны быть перестрелки, погони или хотя бы драки. А здесь всё как-то мирно. Но, может, в этом и есть завораживающая прелесть науки?



В Центре исследований и разработок «Перспективные технологии в микроэлектронике» ТГУ, которым руководит Толбанов, работает почти сорок человек

Есть у Толбанова такая черта характера: ему или всё, или ничего. Он с ностальгией вспоминает, как в молодости вместе с другими студентами осушал болота и строил город Стрежевой. Вот это была победа... Мало ему, что детекторы покупают на Западе, так ещё непременно нужно, чтобы в России появилось новое рентгеновское оборудование. Он собрал команду и теперь ищет инвесторов.

— Вот здесь мы занимаемся разработками, — показывает свои владения учёный. — Мой подход очень простой: мы занимаемся только такими работами, в которых являемся лидерами в России и отстаём от исследований в мире максимум на четыре года. Если больше, я это направление закрываю. Неспешно профессор Толбанов шагает между столами, железяками, аппаратами и гордо улыбается. Его ученики зависли над микроскопами и на нас не обращают никакого внимания. Наверное, получается слишком позитивная история, зрителю сериала это может наскучить. Поэтому периодически нужно вставлять флешбэки о непростой молодости профессора. Например, как Толбанов после университета идёт работать в НИИ. К этому времени он был уже женатый человек, а там комнату в общежитии пообещали. Но обманули. Работа, впрочем, затянула настолько, что он проводил в лаборатории всё своё время, так что однажды трёхлетняя дочка встретила его словами: «Вот и папа в гости пришёл». Достаточно драматично?

Или начало работы в другом институте. У молодого сотрудника нет ничего: ни своих приборов, ни даже стула. Только он собирается сесть за свободный стол, как к нему подсказывает проворный коллега: «Это мой стул!» Возвращаемся к Толбанову сегодняшнему. У него всё хорошо. Денег от продажи детекторов хватило бы на неплохой загородный дом. Но профессор предпочитает вкладывать средства в развитие технологий. Говорит, китайцы предлагали ему очень выгодные условия: своя лаборатория, щедрое финансирование. Толбанов, конечно, не согласился: — А я Томск люблю. Я здесь родился. Предка моего отца, дворянина-декабриста, сослали на Обь на вечное поселение. Предки моей матери тоже были ссыльными польскими дворянами. Это город сильных и умных людей, которые не избалованы цивилизацией. Здесь, кроме науки, и заняться-то нечем...

## СЕЗОН 2. «ЭЛЕКТРОНИКА БЕССМЕРТИЯ»

Второй сезон должен быть ударным, чтобы зритель окончательно подсел на сериал. Поэтому к науке добавим любовную линию, приключения иностранцев в России, а также вопросы жизни и смерти. Ну и позитивный финал: случайность вносит неожиданные и неприятные коррективы в планы героев, но, оказавшись в тупике, они находят блестящий выход.



Он из Венесуэлы.  
Она из Новосибирска.  
Познакомились  
и поженились  
в Германии. А сейчас  
в Томске разрабатывают  
нанотехнологии,  
которые позволят  
сохранить нам здоровье

— Единственное, в чём мы можем быть уверены, так это в том, что когда-нибудь мы обязательно умрём, — с грустью констатирует Рауль Родригес, профессор Исследовательской школы химических и биомедицинских технологий Томского политехнического университета (ТПУ). — Большинство умирает из-за болезней: сердечных, сосудистых, деменции, рака, в конце концов. — Нужно с этим бороться. Многие заболевания можно предотвратить! — поддерживает его жена Евгения Шеремет, тоже профессор ТПУ, но из другого подразделения — Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов. Эта пара решила если не победить смерть, то хотя бы отсрочить её с помощью нанотехнологий. — Искусственный интеллект с обработкой данных справляется заведомо лучше человека, —



Так и представляю утро этой пары. Кухня, кофе, оба в халатах.  
 — Дорогая, какие катализаторы для поликонденсации этиленгликоля ты предпочитаешь?  
 — Дорогой, давай лучше о чём-нибудь более романтичном! Помечаем, например, что когда-нибудь графен заменит кремний в интегральных микросхемах...



говорит Евгения Шеремет. — Когда появится устройство, которое сможет одновременно анализировать множество параметров, это будет прорыв в медицине. Только представьте: нательный сенсор в любой момент показывает вам уровень холестерина, глюкозы, гормонов, витаминов — да чего хотите!

Когда по коридорам политеха навстречу идут Рауль Родригес и Евгения Шеремет, все невольно оборачиваются. Он жаркий брюнет с буйными кудрями, она холодная блондинка с рассыпью пшеничных волос на плечах. Он носит яркие экстравагантные рубашки, а она скромные платья пастельных тонов. Он родом из солнечной Венесуэлы, она из снежного Новосибирска. Встретились они в Германии, где оба занимались наукой. Там поженились, родили сына и никогда не думали, что судьба занесёт их в Россию. Томские институты и университеты всегда приглашали зарубежных студентов и профессоров. А тут политех ещё вписался в правительственную программу «5-100», цель которой — конкуренция на мировом уровне. По условиям программы вуз должен был взять на работу иностранных учёных. — Нам хотелось создать свою научную группу, а в Германии молодым учёным это сделать непросто, и тут мне совершенно случайно попала реклама политеха, — вспоминает Евгения. — Я показала Раулю, он испугался: «Мы что, будем жить в Сибири?» Но когда мы приехали, нам понравилось. Томск не настолько мал, чтобы быть скучным, и не настолько велик, чтобы быть городом пробок.

В Томске молодых учёных ждали два стола, два компьютера и принтер. Дело в том, что они заранее не обговорили, какое оборудование им понадобится. Так что продолжать свои

исследования они не могли. И тут сработало замечательное русское правило «голь на выдумку хитра».

— Сейчас мы понимаем, что необходимость начать всё с нуля и привела к появлению идей, которые не могли появиться в среде, где были все ресурсы, — пожимает плечами Евгения. — Сенсор для тела мы придумали именно здесь. — Мы здесь нужны больше, чем в Германии, — вторит ей Рауль. — Политех, как и ТГУ, хочет оказаться в топе ста лучших университетов мира. Например, он закупает оборудование, которое по всему миру сложно найти.

Сфера интересов Родригеса и Шеремет — оптическая наноспектроскопия, революционная и модная наука. Они изучают наноматериалы с помощью света. Самый интересный проект для них — графен, материал века. Он самый лёгкий, самый прочный, самый гибкий, ещё и нетоксичный. В общем, идеально подходит для «электроники бессмертия». Только вот в больших объёмах его производить невозможно. Но учёные нашли выход.

— Мы соединили графен с полиэтилентерефталатом. Правда, это испортило проводящие функции графена, но мы восстановили их с помощью лазерной обработки. Это очень интересная технология: мы можем нарисовать на материале вообще что угодно, — Рауль рассыпает по столу тёмно-серые пластинки с вырезанными на них кошками и схемами контактов. — Весной научный журнал Material Horizons поместил нашу работу на обложку.

— Вы вернётесь в Германию?

— Пока об этом не думаем. Нам здесь нравится. Опять же, тут отличный климат, — смеётся Рауль. — Я вырос в Венесуэле, там круглый год +25. Одна и та же погода надоедает. А тут тебе и жара, и мороз.

## СЕЗОН 3. «БЕСЦВЕТНОЕ ЗОЛОТО»

Тут уместен жанр бизнес-триллера. Ведь следующий герой — учёный и технологический предприниматель, который не хочет всю жизнь положить на одно изобретение. Он рассуждает так: учёные уже столько всего разработали, но так и не внедрили. Почему бы им не помочь? И он придумал, как это сделать. Да, ещё в этом сезоне прекрасный образ мамы-химика.



Директор томского Инжинирингового химико-технологического центра Алексей Князев придумал российскую технологию производства «бесцветного золота» — глиоксаля. А теперь помогает другим учёным внедрять их разработки

Несколько лет назад Алексей Князев придумал российскую технологию производства «бесцветного золота» — глиоксаля. А точнее, катализатор, который необходим для его производства. Технологией синтеза этого вещества владеет всего восемь стран. Благодаря Алексею Россия теперь тоже в этом клубе.

Этот молодой учёный с квадратным подбородком и твёрдым взглядом, широкий в плечах, сильный в руках, в модных джинсах и толстовке больше походит на фитнес-тренера, чем на доктора химических наук. А вообще Алексей химик в четвёртом поколении.... Тут самое место для флешбэков. Его прадедушка и прабабушка — химики родили его деда-химика. Тот женился на его бабушке-химике, и они родили его маму-химика. А она

родила его с братом — химиков. В этой семье не химиком был только его отец.

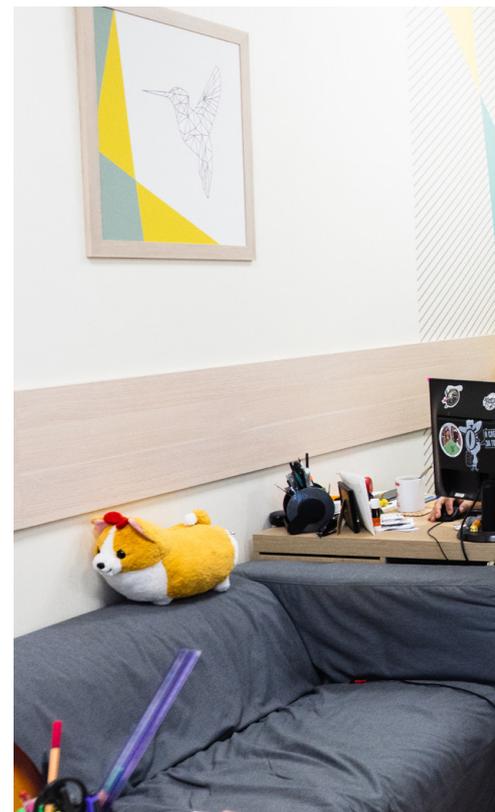
— Вам перед сном вместо сказок таблицу Менделеева читали?

— Нет, конечно, — смеётся Князев. — Мама поступала куда хитрее: «Давай синтезируем порох! Завтра я со студентами выйду на улицу, и вы с братом покажете, как ракета летает». Или она приносила домой жидкий азот и говорила: «Вот жидкий азот. Полей цветочки, и они станут хрупкими». Это была не передача ценностей, а постоянное соприкосновение с очень интересными химическими явлениями. Я спрашивал: «Мама, почему резиновый коврик затвердел и разбился, как стекло, а теперь он снова мягкий, но разбитый?» Она отвечала: «Ты его заморозил жидким азотом. Когда он был твёрдым, он стал хрупким. Ты на него, видимо, наступил, и он разбился. Только соседу не будем говорить. Пусть поудивляется, как это у него резиновый коврик разбился». Если бы химию так преподавали в школе, возможно, у нас было бы больше учёных в этой области.

Но вернёмся к глиоксалию. Из этого вещества можно делать всё что угодно: от обычного клея до сырья для оборонной отрасли. Томские учёные на его основе разработали десятки проектов: хирургические нити, удобрения, средства для дезинфекции, для удаления ржавчины и даже для сохранения эластичности кожи.

**САМОЕ ВЕЛИКОЕ СЧАСТЬЕ,  
КОГДА ОГРОМНАЯ  
МНОГОТОННАЯ УСТАНОВКА,  
РАСПОЛОЖЕННАЯ  
В НЕСКОЛЬКИХ ЗДАНИЯХ,  
ШКВОРЧИТ, ЖУЖЖИТ,  
ТРЯСЁТСЯ, ВИБРИРУЕТ, А ТАМ  
ВНУТРИ ТВОЯ ТЕХНОЛОГИЯ,  
КОТОРУЮ ТЫ РАЗРАБОТАЛ  
В ПРОБИРКЕ!**

Вообще, над глиоксалем томские учёные бились ещё с 90-х годов, но у них ничего не получалось. В нулевых к этой команде присоединился второкурсник химфака. Через пару лет он разработал суперкатализатор — глиоксаль потёк по трубам, а в Томске открыли завод по его производству. — Это такой кайф сделать то, что до тебя не могли сделать другие, видеть внедрённый результат, — признаётся Князев. — Самое великое счастье, когда огромная многотонная установка,



Каждую неделю в ИХТЦ приходит по десять заказов, а то и больше. Их нужно тщательно отфильтровать: мало ли кто чего захочет!

расположенная в нескольких зданиях, шкворчит, жужжит, трясётся, вибрирует, а там внутри твоя технология, которую ты разработал в пробирке! После внедрения своей разработки Алексей крепко задумался: а нужно ли тратить время на то, чтобы ещё изобретать? Что, если только внедрять и постоянно получать удовольствие от достигнутого?

— Понимаете, я видел много учёных, которые всю жизнь изобретали и оттачивали какую-то одну технологию, — объясняет Алексей. — Однажды я спросил: «Вам уже 70 лет, у вас такая суперская идея, но где завод, который эту идею воплотил?» Учёный ответил: «Меня приглашали американцы, я рассказал им идею, они построили завод». — «А почему в России его никто не построил?» — «Здесь он никому не нужен». Я понял, что не хочу просидеть всю жизнь за оттачиванием идей, а хочу помогать внедрять разработки в производство. Что значит моё изобретение против сотни чужих?

Тогда Князев решил создать инжиниринговый центр, который будет воплощать идеи учёных и желания инвесторов. И тут же рассказал об этом президенту Дмитрию Медведеву. Просто подвернулся случай — пресс-конференция в Барнауле. Через два года при университетах начали открываться инжиниринговые центры. То ли Медведеву так понравилась идея, то ли просто



проблема назрела и нужно было её решать. Сейчас в России более 70 таких центров, и только четыре из них химических. Один — в Томске.

— Как работает наш центр? Какой-нибудь завод обращается к нам: «Ребята, у нас такая проблема. Надо её порешать». И мы говорим: «Ну-ка секундочку...» Идём в университеты, ищем учёных, которые могут с этой задачей справиться. Вот, например, новосибирскому заводу «Экран» позарез нужна была дешёвая сода. Мы знали, что на Алтае есть озера, а под ними тонны соды. И наши учёные придумали, как добывать соду из необычного сырья — озёрной воды.

— А без вас учёные и инвесторы не могут договориться?

— Не могут, потому что у них разная мотивация. Есть только одно пересечение интересов — деньги. А ещё заказчику нужно, чтобы ему построили производство. Учёный знает, как сделать продукт на лабораторном уровне, но что там дальше — бог его пойми! Какие поставить насосы, печи... Тут приходим мы: «Давай лабораторные результаты. Мы их отмасштабируем и отдадим заказчику уже завод», — кивает он на полочку, где стоит макет — какие-то трубы и баки, сердце, так сказать, очередного завода. Рядом с макетом кто-то шутки ради поставил фигурку брутального супергероя в чёрной маске, что на самом деле не противоречит действительности.

Каждую неделю Князеву приходит штук по десять заказов. Их нужно отфильтровать: мало ли кто чего хочет! Вот парни из Ирана просят придумать для них что-нибудь взрывчатое, а мужик из глубинки предлагает сделать лекарство от запора на основе куркумы и красного перца... Когда заказчик выбран, его приглашают на переговоры. В инженеринговом центре на полочках стоят разноцветные колбочки, а в химической посуде растут кактусы. В комнате, где молодые специалисты корпят над формулами, всё выглядит очень мило и по-домашнему: в клетке горланит попугай, а на диване лежит розовый единорог с гитарой. Когда мозги закипают, ребята поют песни.

— Вот наша «стена понтов»: здесь продукты, которые мы с учёными придумываем и производим, — хвастается Алексей. — Это сульфосорб, он удаляет из нефти сероводород и решает сразу три проблемы — запаха, токсичных отходов и коррозии оборудования. Это новые сорбенты, которыми чистят воздух на космической станции. А прямо сейчас мы придумываем фильтры для ИВЛ. Пожалуй, инженеринговый центр может решить любые задачи: промышленные, медицинские и даже эстетическо-политические. По весне в Томске иногда ужасно воняет. То со свиной



ИХТЦ помогает бизнесу и учёным найти друг друга, договориться и реализовать проект

фермы ветер подует, то с очистных сооружений. В прошлом году на очистных пахло так, что, говорят, уборщица раз в неделю стабильно падала в обморок. Инженеры центра придумали такой освежитель, после которого запахло... ванильными булочками.



А вот ещё одно изобретение парней из Rubius — шумоизолированная кабина для звонков и видеоконференций

Основатель компании Rubius Сергей Дорофеев (слева) и технический директор Антон Кудинов



## СЕЗОН 4. «ТОМСКАЯ ДОЛИНА»

**Про американских айтишников снято немало сериалов, взять хотя бы «Силиконовую долину», которую HBO растянуло аж на шесть сезонов. Про наших вроде бы не снято ничего. А жаль. Попробуем набросать основную сюжетную линию. Как правило, мозги из маленьких городков утекают в города побольше, а если есть возможность, то и за рубеж. Однажды у наших героев тоже появилась возможность свалить из Сибири в ту самую Силиконовую долину, о которой снимают сериалы. И конечно, они уехали. Но вернулись. Знакомые крутили пальцем у виска...**

В Томске уже давно научились зарабатывать на интеллекте и высоких технологиях. Одним из первых эту схему освоил «Элекард». 22 апреля 1988 года, в день рождения Владимира Ильича Ленина, учёных из СКБ «Оптика» отправили на коммунистический субботник. Весь день они собирали мусор, а вечером, сидя за рюмкой чая, решили: хватит горбатиться на государство, будем работать на себя.

Создали кооператив — уже было можно. И стали придумывать программное обеспечение для кодирования, декодирования, обработки, приёма, передачи видео и аудио в разных форматах.

— Я понимал, что мы занимаемся передовыми разработками, но мы не знали, как их продавать, — рассказывает Андрей Поздняков, президент

группы компаний «Элекард». Переломный момент наступил в нулевых. В одном американском баре за кружкой пива программист Дима Дагмон посоветовал мне: «А ты напиши видеоплеер». Я удивился: «Но уже есть шесть оригинальных плееров!» Он пожал плечами: «Пусть будет седьмой». Мы сделали, разместили на сайте и разрешили бесплатное скачивание. В результате его установили на 30 миллионах компьютеров! После этого на нас посыпались заказы.

Команда Позднякова одной из первых начала заниматься цифровым телевидением, 3D-вещанием без очков, беспроводным видеоинтерфейсом... Сегодня среди клиентов томичей — Netflix, Google, Intel, Skype, Microsoft, Samsung, Canon... Есть чем гордиться.

Следующий наш герой — Сергей Дорофеев, основатель компании Rubius. Серьёзный немногословный парень, как и полагается компьютерщику. Мы сидим с ним и его коллегой Антоном Кудиновым, куда более разговорчивым и весёлым, в уютном офисе и пьём кофе под стук клавиатуры. Уже вечер, но айтишники всё никак не могут разойтись по домам.

— Кому-то в Томске не нравится погода, кому-то удалённость от столицы, кому-то среда, — объясняет Сергей. — Но главная проблема в том, что внутренний томский рынок небольшой, поэтому спрос на высокотехнологичные услуги невысок. Мы пытаемся собрать самые светлые головы и продавать наши компетенции миру.

В детстве Сергей Дорофеев ездил на другой конец города, только чтобы позаниматься в кружке



**ЭТИ ПАРНИ ИЗ RUBIUS  
СВОЕГО РОДА ХЕДХАНТЕРЫ —  
ОХОТНИКИ ЗА ГОЛОВАМИ.  
ОНИ ПЫТАЮТСЯ СДЕЛАТЬ ТАК,  
ЧТОБЫ ТОЛКОВЫЕ РЕБЯТА  
ОСТАВАЛИСЬ В ТОМСКЕ**

по программированию. Однажды его учительница сказала родителям: мальчик талантливый — купите ему компьютер. Дома собрали совет и стали решать, что делать. В семье была заначка, но мама хотела потратить её на стиральную машину — всё-таки трое пацанов растёт. Её поддержал старший сын. Младший воздержался, а муж и сам Сергей хотели компьютер. Тут кошка села на их сторону. Её засчитали за «полголоса» и купили комп.

После школы Сергей поступил в Томский университет систем управления и электроники, там познакомился с Сергеем Кошевым. Вместе они создали продукт для автоматической генерации радиоэлектронных схем — им даже заинтересовалась американская компания AWR, посчитав разработку прогрессивной. Но научный руководитель проекта был больше заинтересован в усовершенствовании методики, чем в развитии бизнес-темы. Друзья продолжили экспериментировать с технологическим бизнесом:

пробовали многое и разное, в результате сейчас они делают инженерное программное обеспечение для компаний со всего мира, но известными ребят сделало приложение Planuway.

— Сначала мы просто ради удобства придумали сервис для управления задачами на основе календаря и командного таймлайна, — рассказывает Антон Кудинов. — Нарисовали систему буквально на коленке, выложили в магазин приложений, и понеслось. Сейчас среди наших заказчиков такие компании, как Apple, IKEA, IBM.

— А вам никогда не хотелось переехать в ту же Силиконовую долину, стать ближе к клиентам? — Я пробовал там жить, но надолго меня не хватило, — смеётся Сергей Дорофеев. — Бытовые условия и логистика оказались ужасными. Мы снимали полдома в престижном районе, но там были блохи. Приходилось тратить два часа, чтобы найти и купить качественные продукты. При этом жизнь там очень дорогая: за приём у врача платишь раз в десять больше, чем у нас. А ещё небо плоское, потому что постоянно светит солнце и облаков очень мало. В Томск приезжаешь, смотришь на многоярусные облака и удивляешься, какое здесь всё объёмное...

— Слушайте, вам бы сейчас кто-нибудь сказал: «Какие облака?! Там невероятные перспективы!» — Да, атмосфера в Силиконовой долине классная, — соглашается Антон Кудинов. — Если ты попал в нужную тусовку, ты можешь посещать каждый день десятки технологических ивентов, крупных конференций, просто небольших сборищ. Там стартапы за несколько лет вырастают в крупные компании с мировым именем. Мы каждый год летаем в США по делам и каждый раз окунаемся в эту среду, чтобы чем-то напитаться. А потом возвращаемся и проводим какие-то свои мероприятия.

Эти парни из Rubius своего рода хедхантеры — охотники за головами. Они пытаются сделать так, чтобы толковые ребята оставались в Томске. Проводят каждый год крупную конференцию для разработчиков, основали свой инновационный фонд помощи стартаперам, открыли в ТГУ лабораторию виртуальной дополненной реальности, сами преподают в университетах и агитируют преподавать своих сотрудников, при этом ещё и доплачивают им за это — иногда больше, чем платит сам универ.

— Зачем вам всё это надо?

— Мы хотим показать, что в Томске — в тайге и по шею в сугробах — можно ковать технологические инновации. ^\_^

# Как учёные определяют возраст вещей

В повседневной жизни на вопрос «Когда это случилось?» отвечают календари, часы и секундомеры. Но что делать, если прошло слишком много времени?

Что-то случилось так давно, что не было часов, календарей — и даже людей ещё не было. Что делать, если наблюдатель пропустил старт и видит только финиш — древнюю окаменелость, античную вазу, звезду на небе или состарившуюся клетку? Учёные придумали способы измерять время без часов: на помощь приходят температура, магнитные поля, изотопы и молекулы. Рассказываем, как это работает

✍ Мария Пази ^

видно чередование широких светлых колец тёплого времени года и узких тёмных — холодного. Годичные кольца пня рассказывают не только о возрасте спиленного дерева. По ним судят об изменениях

## СПОСОБ ПЕРВЫЙ: ДЕНДРОХРОНОЛОГИЯ

Годичные кольца деревьев — это узор, который создают изменения климата. Этот узор остаётся на старых постройках и других деревянных вещах и выдаёт их возраст.

### Как работает

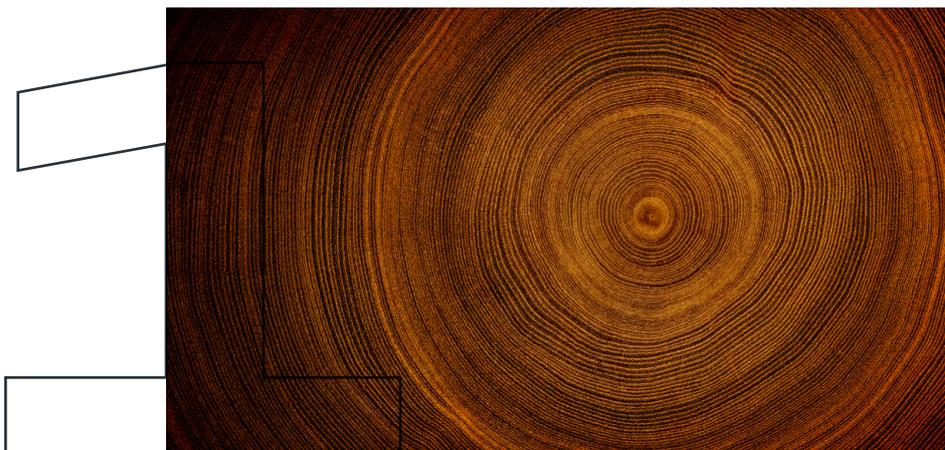
Любой школьник знает, что возраст дерева можно определить по числу годичных колец на спиле. Они появляются из-за того, что летом дерево растёт быстро, а в зимние холода рост замедляется. Поэтому на спиле



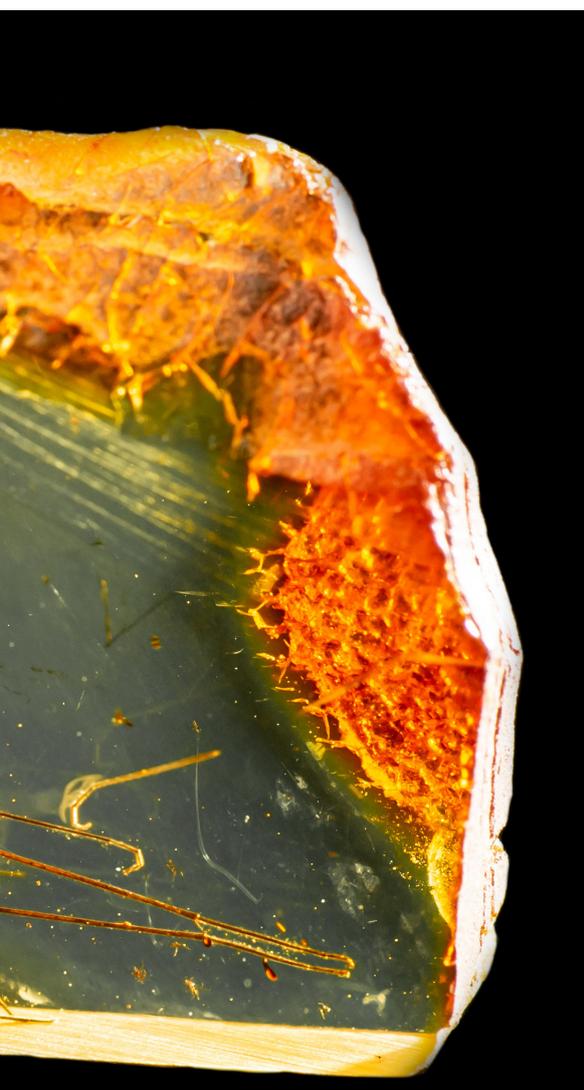
климата: один год мог быть засушливым — и дерево росло медленнее, а второй, наоборот, оказался дождливым, и дерево здорово вымахало. Поэтому у деревьев, растущих в одном регионе в одно время, появляется похожий узор годичных колец. Учёные составляют архивы этих узоров, потом сравнивают их с узором деревянных археологических находок — так и определяют возраст находок — так и определяют возраст находок. Древесные часы охватывают период больше 8000 лет, а их точность достигает 1 года: ведь за год дерево добавляет лишь одно кольцо.

### Пример применения

В Великом Новгороде дендрохронологию использовали для датировки



Годичные кольца на срезе векового дуба



### ДИНО-ЗАВРО-ХРОНОЛОГИЯ



Годичные кольца есть и у костей динозавров (а ещё у амфибий, рептилий и некоторых млекопитающих). Светлые кольца — это широкие и более рыхлые слои костной ткани, которые закладываются в периоды активного роста: весной и летом. А зимой образовывались тонкие и плотные слои. Всматриваясь в кольца динозавра, учёные могут понять, как он рос и развивался в течение жизни.

×

древних мостовых. Давным-давно новгородские улицы были узкими, три-четыре метра шириной, но вот мостили их на славу: вдоль улицы прокладывали три опоры из брёвен диаметром 18–20 см, а сверху настилали брёвна потолще, диаметром 25–30 см. Примерно раз в 20 лет эта внушительная деревянная конструкция обновлялась, и поверх старых брёвен укладывали новые. Такие вот слоёные пироги деревянных мостовых: в некоторых местах сохранилось аж 28 ярусов! Дендрохронологам было где разгуляться.

### СПОСОБ ВТОРОЙ: ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛЕТОПИСЬ

Для разных геологических периодов характерны разные ископаемые животные и растения. Почти как в китайском календаре: только вместо года эра — трилобитов, одноклеточных окаменелостей и т. д. Если археолог или геолог нашёл такую характерную окаменелость, то и с примерным возрастом пласта можно определиться.

### Как работает

Вот лежит перед археологом пласт горных пород. В этом пласте он нашёл какое-то ископаемое и пытается решить, сколько примерно лет окаменелости. Установить геологическую эру ему помогут руководящие ископаемые — растения и животные, характерные для определённого

геологического периода, но не встречающиеся ни раньше, ни позже.

Чтобы оказаться на должности руководящего ископаемого, окаменелости надо выполнить несколько непростых требований: она должна быть легко узнаваема, часто встречаться в отложениях, иметь широкое географическое распространение и узкие временные рамки существования. Если археолог или геолог увидел в раскопанном пласте **акритархи**, значит, он оказался в верхнем докембрии. А если наткнулся на панцирь вымерших членистоногих трилобитов, значит, геохронологические часы пробили **кембрий**.

**Пример применения**

В 2014 году члены павлодарского географического общества решили съездить в небольшую экспедицию к реке Шидерты. Казалось бы, обычная река посреди степи, на берегу известняк, какие-то камушки. Но к камушкам стоило приглядеться: некоторые из них оказались окаменелостями древних моллюсков-брахиопод. Да-да, в степи, вдали от моря и океана, учёные нашли остатки морских животных. Эти окаменелости словно нащёптывают исследователям, что сотни миллионов лет назад, в далёком-далёком девоне, здесь бушевал древний океан Тетис.

**СПОСОБ ТРЕТИЙ:  
РАДИОИЗОТОПНОЕ  
ДАТИРОВАНИЕ**

Время течёт — радиоактивные изотопы распадаются. Если знаешь, какая доля изотопа распалась, — знаешь, сколько времени прошло.

**Как работает**

Руководящие ископаемые, описанные в предыдущей главке, — это способ измерить приблизительный возраст находки. Чтобы определить его поточнее, учёные применяют радиоизотопное датирование. Если в объекте есть радиоактивный **изотоп**, то, исходя из периода его

● **Акритархи** — микроскопические ископаемые остатки одноклеточных или кажущихся одноклеточными организмов.

● **Кембрий** — геологический период, начавшийся 540 миллионов лет назад. Об обитателях докембрия мы знаем мало, а кембрий характеризуется появлением массы разнообразных многоклеточных существ — кембрийским взрывом.

полураспада и того, какая доля изотопа распалась, можно вычислить возраст объекта.

Самая знаменитая разновидность этого метода — радиоуглеродное датирование. Живые организмы вместе с пищей поглощают и обычный углерод <sup>12</sup>C, и радиоактивный <sup>14</sup>C. Но когда растение или животное умирает, оно перестаёт обмениваться с окружающей средой радиоактивным углеродом. Оставшись в организме, он постепенно распадается, а его остаточная доля становится показателем возраста. Предел радиоуглеродного датирования — 55 000–60 000 лет. Но есть другие изотопы, которые позволяют заглянуть в прошлое намного дальше. Их тоже применяют для измерения возраста. Например, очень удобный минерал — циркон, его используют для уран-свинцового датирования горных пород. Циркон содержит изотопы урана, которые затем распадаются на изотопы свинца. Точкой отсчёта — аналогом

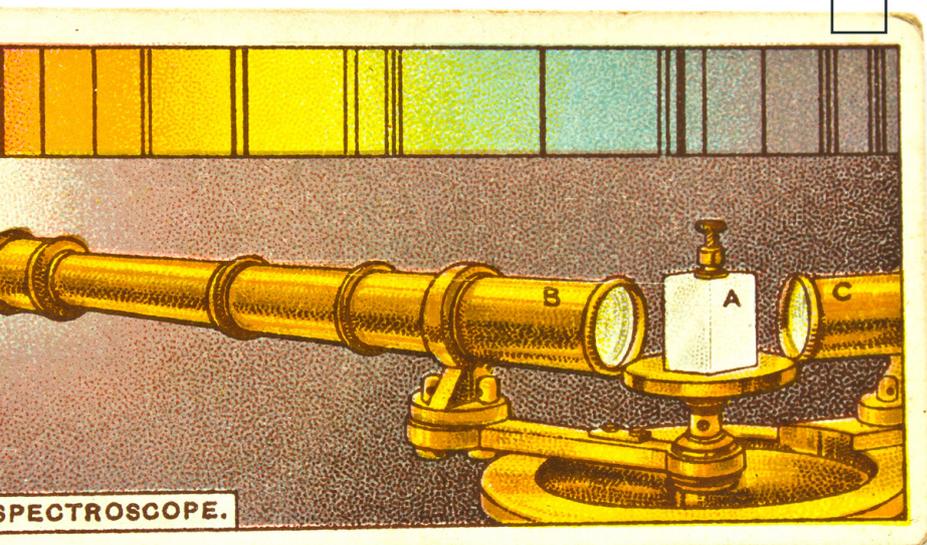


Туринская плащаница в церкви Сан-Лоренцо, Турин, Италия

● **Изотопы** — разновидности одного и того же химического элемента с разным числом нейтронов в ядре. Бывают устойчивые изотопы, а бывают распадающиеся со временем — радиоактивные.

момента гибели животного для радиоуглеродного метода — считают кристаллизацию циркона при остывании лавы. Есть и другие методы: калий-аргоновый, аргон-аргоновый, свинец-свинцовый.

# 4



## Пример применения

В 1988 году много шума наделало сообщение о радиоуглеродной датировке знаменитой христианской святыни — Туринской плащаницы. Традиционная версия гласит, что это полотно хранит следы крови распятого Христа, то есть относится к I веку нашей эры. Но радиоуглеродный анализ, проведённый в трёх лабораториях (Оксфордского университета, Университета штата Аризона и швейцарского Института технологии), показал, что плащаница значительно моложе — лет эдак на 1200–1300. Примерно тогда же, в 1353 году, зафиксировано и первое упоминание о святыне.

## СПОСОБ ЧЕТВЁРТЫЙ: СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ГИРОХРОНОЛОГИЯ

Как понять, сколько лет звезде? Невозможно ведь дотянуться до неё и взять кусочек для анализа и датировки. Так что придётся смотреть, как она светится и крутится.

Напоминаем, что звезда — это гигантский термоядерный реактор, в котором из ядер водорода (то есть из протонов) синтезируются ядра гелия.

Звёзды, как и планеты, вращаются вокруг собственной оси. Солнце, к примеру, совершает один оборот за 30 дней.

## Как работает

Звёзды стареют очень неравномерно: 90% жизни они не меняются, а потом вдруг резко начинают трансформироваться. Представить это можно так: человек достиг возраста 3–4 лет, потом 80 лет не менялся и затем за год поседел, сгорбился и умер. Астрономы оказались в затруднительном положении: очень сложно определить, сколько же звезде лет.

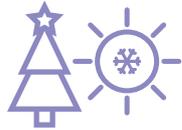
К счастью, многое можно разглядеть, присмотревшись к её свету. Если разложить спектр Солнца, получится радуга с тонкими-тонкими чёрными линиями. Это линии поглощения, которые соответствуют разным химическим элементам. По спектральным линиям поглощения можно судить о составе звезды. Вы спросите, при чём тут возраст? Дело в том, что в процессе **термоядерной реакции** водород в звезде выгорает, а содержание гелия растёт. А значит, чем старше звезда, тем больше в ней гелия и меньше водорода, а увидеть это можно по линиям поглощения в спектре.

Кроме того, возраст звезды выдаёт её **период вращения**. Молодая звезда крутится с некоторой скоростью, которая по мере взросления неуклонно падает. Одна беда — трудно увидеть это вращение, нужны очень чувствительные телескопы. Астрономы используют как ориентир солнечные пятна. Но со старыми звёздами работать проблематично, потому что у них всё меньше и меньше пятен. Метод определения возраста звёзд по вращению называется гирохронология.

## Пример применения

Наблюдать за вращением звёзд учёным помогает космический телескоп «Кеплер» — тот самый, который нашёл уже тысячи экзопланет. Чтобы откалибровать метод гирохронологии, в 2011-м учёные из Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики проследили за скоплением звёзд NGC 6811, которому 1 млрд лет. Оказалось, звёзды этого

Предыстория научного измерения времени



**6000 лет до н. э.** — шумеры в Месопотамии используют понятия «год», «месяц» и «зодиак». В это время шумерский зодиак — это 36 созвездий, в которых появляется Луна, а не Солнце, ведь первый календарь лунный. Позже шумеры придумают и «неделю».

**5000 лет до н. э.** — первые известные науке годовые календарные круги. Уже тогда на территории современной Германии начало нового года, как и у нас, приходилось на зимнее солнцестояние.

**3300 лет до н. э.** — первые солнечные часы. Обнаружены в 2013 году в Долине царей в Египте.

**3000 лет до н. э.** — в Древнем Египте пользуются солнечным календарём. Год состоит из 365 дней и делится на 12 месяцев по 30 дней. Оставшиеся пять дней добавляются в конце года.

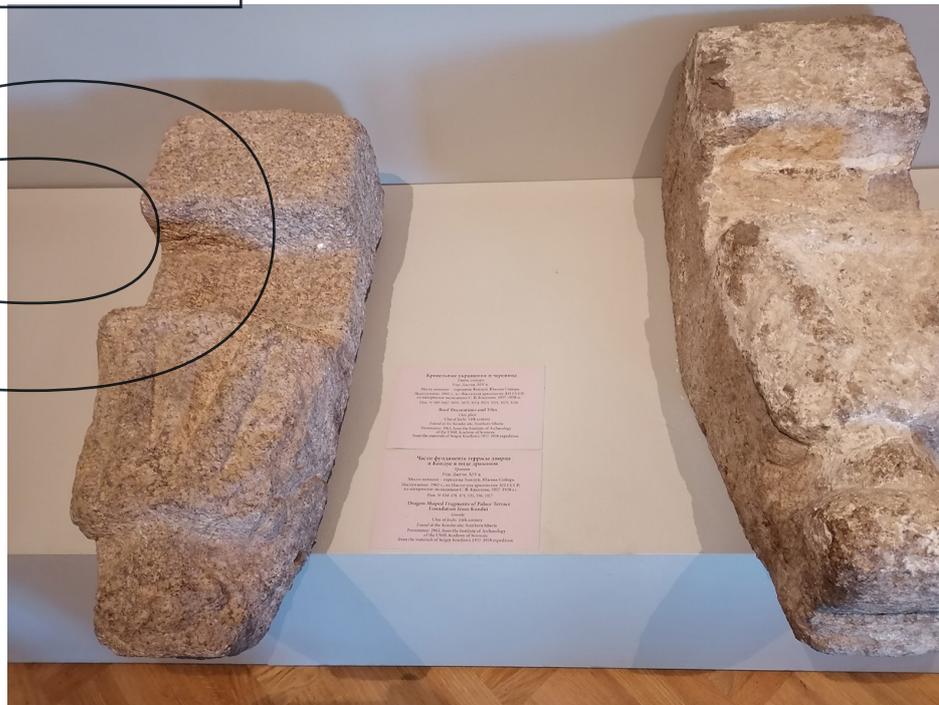
**2500–1300 лет до н. э.** — водяными часами пользуются в Персии, Месопотамии, Египте и Китае. Водяные часы — это прибор для измерения промежутков времени в виде цилиндрического сосуда с вытекающей струёй воды.



скопления совершают оборот вокруг своей оси примерно раз в 10 дней, как и предсказывал метод. Учёные решили проследить за звёздами скопления постарше — NGC 6819, им около 2,5 млрд лет. И снова скорость их вращения совпала с теоретическими расчётами — метод сработал. Но стрелки гирохронологии всё-таки приходится подкручивать, внося корректировки для разных групп звёзд. Иногда они крутятся не так, как предсказывают расчёты. Стоит ослабнуть магнитному полю, как звезда начинает «молодиться» — крутиться быстрее.

**СПОСОБ ПЯТЫЙ: ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ**

Керамика и другие железосодержащие материалы — это сломанный компас: они показывают магнитное поле Земли прошлого. Поэтому намагниченность древностей может указать их возраст.



Части фундамента террасы дворца в Кондуге в виде драконов. Улус Джучи, XIV в. Государственный Эрмитаж

**Как работает**

Археологам часто попадается в руки керамика: разбитые тысячу лет назад глиняные горшки, осколки античных кувшинов для вина, тарелки, которые когда-то давно пылились в шкафу у наших предков, кирпичи... Оказывается, наука способна рассказать, когда расплавленный кирпич обожгли в печи



**45 год ДО Н. Э.** — Юлий Цезарь вводит разработанный александрийскими астрономами календарь, названный в его честь юлианским. Год в нём начинается с 1 января — традиционной даты вступления в должность избранных консулов. *Кстати, слово «календарь» происходит от латинского *calendarium* — долговая книжка. В Риме должники платили проценты кредиторам в первые дни месяца.*



**725 г.** — в Китае созданы первые механические часы. *Вскоре их позаимствовали арабы.*



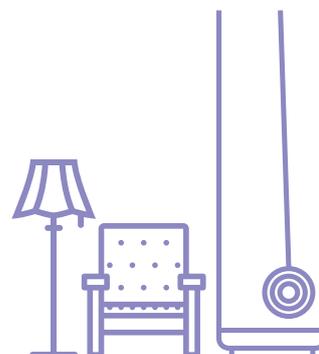
**XIV в.** — в некоторых европейских городах на башнях появляются механические часы, сначала без маятника и минутной стрелки. *Данте описывает такие часы в «Божественной комедии» (самое начало XIV века).*



**1504–1508 гг.** — изобретены первые карманные часы. *По легенде, их создал мастер Петер Хенляйн из Нюрнберга во время пребывания в приюте для бедных.*



**1656 г.** — голландский учёный Христиан Гюйгенс создаёт первые маятниковые часы. *Маятниковые часы оставались самым точным прибором для измерения времени 300 лет.*



Когда-то в Монголии жил богатый и могущественный Тумур-хан. Был у него сын Контой. Путешествуя по стране, Контой влюбился в красавицу Бальжит и женился на ней без позволения отца. Опасаясь отцовского гнева, Контой поселился вблизи речки Кондуй, стал ханом и построил дворец. Но отец сына не простил и послал против него войска. Красавицу Бальжит убили, Контоя пленили, а дворец разрушили.

или когда в древнем горшочке последний раз варили кашу. Дело в палеомагнетизме: при высоких температурах железосодержащие материалы вроде глины намагничиваются, а остывая, словно бы «запоминают» направление и интенсивность магнитного поля Земли в данный момент (они ведь постоянно меняются). Сведения, которые сохранили горшок или печь в момент обжига, можно проанализировать и соотнести с хронологическими шкалами изменения магнитного поля. Так учёные узнают возраст древней керамики с погрешностью всего в 10 лет.

**Пример применения**

В Забайкальском крае есть холм, усыпанный обломками камней и кусочками черепицы; на некоторых из них виднеется зелёная глазурь. Кое-где из травы выглядывают основания колонн. Это Кондуйское городище. 600 лет назад здесь, в долине

рек Кондуй и Барун, стоял дворец Чингизидов, наследников великого монгольского хана. На крыше из ярко-зелёной черепицы сверкали позолоченные диски с драконами, а со стен хмуро глядели чудовища. При раскопках Кондуйского дворца археологи наткнулись на обилие строительной керамики: несколько видов кирпичей, плиты для пола, черепица. А значит, где-то рядом должны были быть большие печи для обжига. Найти эти печи археологам помог палеомагнетизм. Древние сооружения, которые когда-то раскалялись до высоких температур, запомнили магнитное поле Земли прошлого и фонили, создавая магнитные аномалии. Учёные определили их с помощью квантового магнитометра, нашли печи и разделили их по функциям: тут делали кирпич, а тут черепицу. Так мы узнали чуть больше о средневековом дворце, от которого остались лишь черепица и **легенда**.



## СПОСОБ ШЕСТОЙ: ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИЕ ЧАСЫ

Клетки — предатели похуже морщин. В своей ДНК (и не только в ДНК) они хранят маркеры возраста, которые не скроешь.

### Как работает

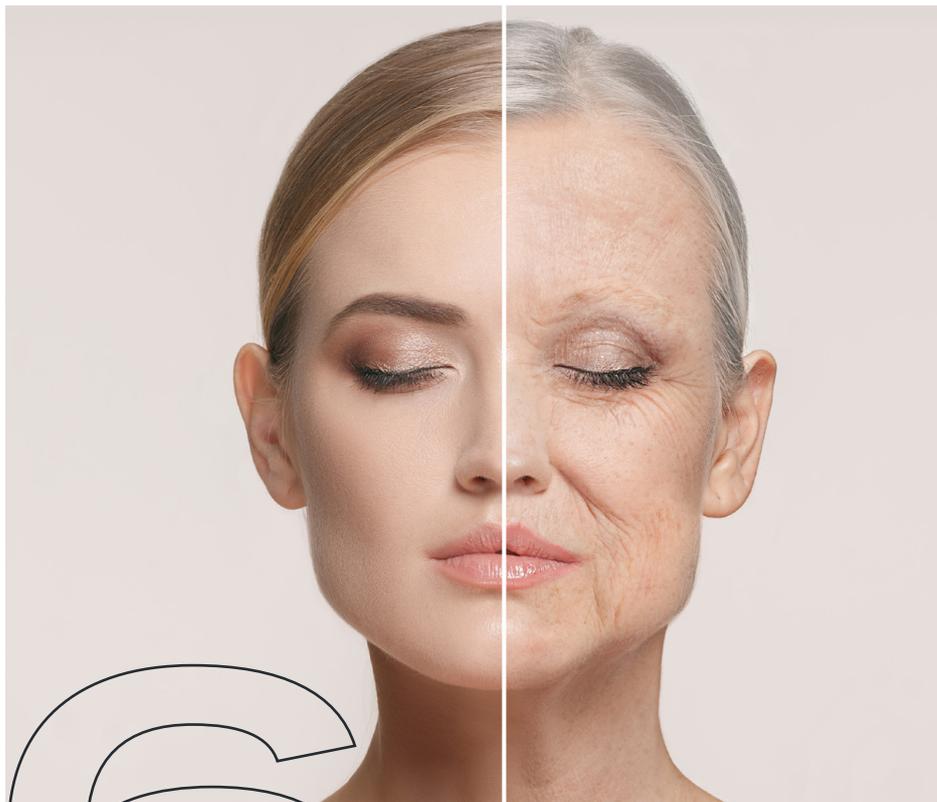
Учёные устанавливают возраст клеток по ДНК. Дело в том, что по мере того, как клетка определяется с профессией — будет она нейроном или клеткой сосуда, — она сматывает ненужные ей гены в клубки и закрепляет их чем-то вроде молекулярного скотча, — метилированием. Участки ДНК, на которые навесили метильную группу, становятся липкими и склеиваются друг с другом. Как правило, чем старше клетка, тем больше у неё смотанной ДНК.

Зная, что профиль метилирования меняется с возрастом, Стив Хорват, профессор генетики человека и биостатистики в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе, в течение четырёх лет анализировал данные по метилированию человеческой ДНК. И в 2013-м получил эпигенетические часы, которые позволяют по узору метилирования 353 участков ДНК с очень небольшой погрешностью определить возраст человека. Этот показатель во много раз точнее многих других признаков старения, например длины концевого участка ДНК — **теломер**.

А ещё можно посмотреть, как клетка убирает внутренний мусор. Одно из «чистящих средств», применяемых клеткой, — это пищеварительный фермент бета-галактозидаза. С возрастом его становится всё больше.

### Пример применения

Эпигенетические часы Хорвата впервые были использованы несколько лет назад — европейскими криминалистами. Дело в том, что, когда в страну прибывает беженец без документов, его возраст оценивают на глаз или с его собственных слов. Беженцу выгодно приуменьшить свой возраст, потому что



● Клетка постепенно, деление за делением укорачивается. Примерно после 50 делений теломеры заканчиваются, клетка теряет возможность делиться и дряхлеет.

несовершеннолетние имеют больше прав и привилегий. Например, они могут вызвать в страну взрослых родственников или получить более мягкое наказание за преступление. Так, в 2018 году молодой афганский беженец подал иск против полиции германского города Хильдесхайма с требованием признать, что как несовершеннолетний он может рассчитывать на поблажки. Полиция в ответ обратилась к методам определения возраста по узору метилирования. Действия властей тогда раскритиковали из-за незрелости технологии. Но ведь «часы Хорвата» когда-нибудь созреют?

## СПОСОБ СЕДЬМОЙ: ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТРУПА

Мрачноватый пример для храбрых духом мы приберегли на финал. Он не совсем про возраст — скорее про то, что судмедэксперт должен тщательно осмотреть, обнюхать, ощупать труп и измерить его температуру, чтобы определить примерное время смерти.

**СТРЕСС ВМИГ СДЕЛАЛ ЕЁ СТАРУХОЙ! ~~~~**



В отличие от человека, клетка может одряхлеть в любой момент — неважно, сколько ей на самом деле лет. Чтобы постареть, клетке достаточно подвергнуться сильному стрессу вроде воздействия токсичных веществ. После такого потрясения она отказывается нормально работать и приносить пользу организму. По-научному дряхлые клетки называют сенесцентными.

**Как работает**

В сериалах про криминалистику есть расхожий сюжет: судмедэксперт водит руками над телом, капают что-то в пробирку, смотрит в микроскоп и называет точное время смерти. В реальности всё не так стерильно-бесконтактно. Грубые и ориентировочные показатели времени смерти — это окоченение и трупные пятна. Окоченение наступает потому, что, чтобы расслабиться,

Специалисты-криминалисты проводят экспертизу. Полицейское расследование в лесу



мышечным клеткам нужна энергия, а в мёртвом теле её нет. В пятнах виновато остановленное кровообращение: сердце и тонус сосудов больше не подгоняют кровь, поэтому под действием силы тяжести она

перемещается и скапливается на нижней стороне тела. Судмедэксперт может разными способами исследовать раздражимость мышц. Но чаще всего он использует простой и точный метод — измерение температуры. Пока тело ещё не остыло до температуры окружающей среды, охлаждение происходит по определённой графика. Судмедэксперт измеряет температуру, вносит в формулу поправочные коэффициенты в зависимости от массы тела и условий охлаждения (температура среды, одежда, влажность и так далее) и, учитывая другие признаки, устанавливает примерное время смерти. Только температуру надо измерить очень точно: привычный способ «градусник под мышкой» не подходит, инфракрасный термометр тоже. Температуру приходится измерять ректально.

**Пример применения**

Недавно исследователи из Нидерландов предложили определять время смерти по температуре кожи, а не прямой кишки. Этот метод позволяет установить момент гибели с точностью до 38 минут, а не с погрешностью в несколько часов, как более ранние способы. Учёные придумали математическую модель остывания: приняли форму головы за эллипсоид, конечностей — за конусы, туловища и шеи — за цилиндры. Затем для каждого элемента смоделировали время остывания с учётом массы тела, теплопроводности жира, нежировой ткани и одежды из хлопка. А также исследовали тела доноров, которые завещали себя науке. Метод сработал: предсказания, которые выдала модель, совпали с температурой, которую наблюдали в реальности. ^\_^



# Нужно ли спать 8 часов?

Сон — странная штука. Примерно треть жизни человек лежит с закрытыми глазами и галлюцинирует. Может, всё-таки можно поменьше? Мы решили разобраться в этом вопросе — получилась настоящая драма!

✎ Мария Пази



— Во сне любое животное беспомощно, но раз в процессе эволюции сон сохранился у всех млекопитающих и птиц, значит, преимущества для выживания он давал серьёзные. Во время сна мозг делает нечто настолько важное, что это перевешивает все возникающие угрозы. Но мы не понимаем, почему спим, — сетует сомнолог Владимир Ковальзон. — Впрочем, вот вам одна весьма интересная теория. Во время сна мозги «прозванивают» внутренние органы, чтобы проверить, всё ли с ними в порядке, и попытаться починить, если что. Эту теорию сна, ещё будучи студентом биофака, предложил Иван Пигарёв, ведущий научный сотрудник Института проблем передачи информации РАН. Есть и другие теории. Учёные спорят, но все сходятся на том, что сон организму необходим. Ещё Шекспир называл его «бальзамом природы», да и народная мудрость гласит, что «сон — лучшее лекарство». Неудивительно, что правило спать по 8 часов в сутки впечатано в нашу подкорку. «Попробуй не выспись, — всё чаще пугают заголовки, — ты станешь глупее, ленивее, толще, повысишь риски сердечного приступа, рака и диабета». Но действительно ли нам нужны ровно 8 часов сна?

## Недосып в летнюю ночь

*Пьеса о мифе про восьмичасовой сон*

Консервативный учёный (решительно). Друзья! Спать непременно надо 8 часов. Даже так: чем больше сна, тем лучше.

## ПРАВИЛА ХОРОШЕГО СНА



За час до сна старайтесь не использовать электронику. Телевизоры, мобильные телефоны, планшеты и компьютеры светятся синим, а это мешает выработке движка сна — гормона мелатонина.



Чашка кофе или чая — верный спутник утра. Но во второй половине дня общения с кофеином лучше избегать. Ведь он может оставаться в организме в течение нескольких часов и подбадривать мозг, которому уже пора переходить в спящий режим.



Любите вздремнуть днём? Это нормально, но чтобы дневной сон не мешал ночному, сократите его до 30 минут и старайтесь не дремать ближе к вечеру. А если боретесь с бессонницей, то лучше вообще держаться от дневного сна подальше.



Удобные подушка и матрас — ваши сонные друзья!



Дольше спите — дольше живёте. И как же грустно, что сейчас люди спят всё меньше! Ставят сон на последнее место после семьи, тусовок, работы и учёбы.

Сомневающийся исследователь. Коллега, но так ли это? У нас нет данных, подтверждающих, что за последние 50 лет мы стали спать меньше. В одном из исследований даже подсчитали, что мы сейчас спим на 45 минут дольше. А если нарисовать график зависимости между продолжительностью сна и жизни, получится кривая в виде буквы U. «Золотая долина» этого графика, когда риски для здоровья минимальны, лежит в промежутке 6-8 часов. Меньше спишь — риски растут. Но и когда больше спишь, риски тоже растут! Причём у любителей поспать риск увеличивается быстрее. Дело не в том, что сон вреден. Просто и обилие, и недостаток сна, по-видимому, служат симптомами каких-то заболеваний. Так может, не надо так строго — 8 часов сна?

Консервативный учёный (возмущённо). А вы видели крыс из экспериментов с недосыпом? Всего через несколько бессонных дней и ночей животное выглядит ужасно: шерсть желтеет и становится взъерошенной, координация движений нарушена...

Невыспавшийся читатель. ...Какой-то знакомый портрет — а, из зеркала...

Консервативный учёный. А что происходит внутри организма! Через несколько недель недосыпа в трахее и лёгких накапливается жидкость, появляются язвы желудка и другие проблемы. Продержаться с сильным недосыпом крыса может максимум недели три.

Сомневающийся исследователь. А с человеком подобные эксперименты проводили?

Сомнолог (смущённо откашливаясь). Честно говоря, нам не очень-то разрешают долго не давать людям спать. Где-то через трое суток в дверь настойчиво стучит комитет по этике и отправляет настрадавшихся добровольцев отсыпаться. Так что в лабораториях мы исследуем нарушения, возникающие за пару бессонных суток.

Невыспавшийся читатель. Так-так-так, а можно поподробнее про эти нарушения? Когда я не высплюсь, мне хочется сладкого. А ещё думать и принимать решения становится сложнее: мысли ползут медленно, внимание постоянно ускользает, а память словно перегружена.

Сомнолог. Да, учёные замечали, что недосып приводит к тому, что люди потребляют больше калорий и углеводов. Недавний **метаанализ** с данными более 1600 участников подтвердил, что недостаток сна приводит к ухудшению внимания и мышления. Мы также знаем, что он влияет на настроение — например, повышает раздражительность.

Невыспавшийся читатель. А это надолго?

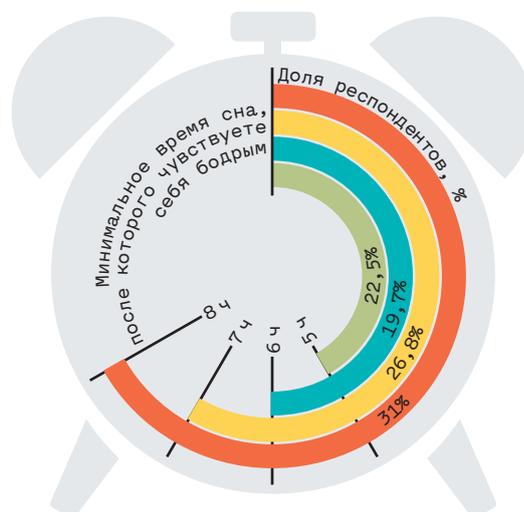
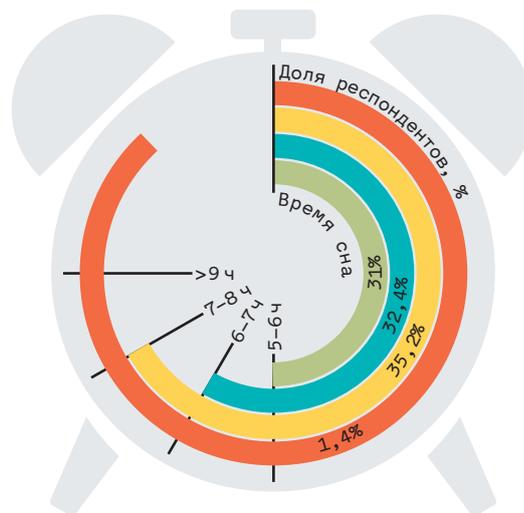
Сомнолог. Симптомы проходят, как только сон восстанавливается. Но если постоянно, месяцами, серьёзно не высыпаться — это нехорошо. Одни исследования говорят о повышенных рисках сердечно-сосудистых заболеваний. Другие пугают лишним весом, поломками в иммунитете и гормональной системе. Даже бактерии, живущие у нас в кишечнике, не любят хронический недосып! От него меняется микробиота. Но, честно говоря, всё это не очень точно. Дело в том, что при изучении этого вопроса приходится полагаться на эпидемиологические исследования. Они показывают, что недосып связан с ослаблением здоровья, но не указывают точно, где причина, а где следствие. Кроме того, приходится полагаться на то, что рассказывают о своём сне сами люди. А рассказывают они не всегда правду. Например, часто преувеличивают время сна. Люди, якобы спящие 7 часов, на самом деле в среднем спят на 25 минут меньше.

Консервативный учёный (ворчит). Вот поэтому и говорят, что «спать надо 8 часов». Тогда хотя бы семь точно наберётся.

Невыспавшийся читатель. Так сколько же мне всё-таки спать?

## СКОЛЬКО СПЯТ ЧИТАТЕЛИ «КОТА»?

Автор статьи провела гугл-опрос про недосып. Ответил 71 человек. Вот что получилось.



● Исследование, объединяющее результаты большого числа других исследований.

Национальный фонд сна (хором). Советом из 18 экспертов в разных областях мы решили, что не станем указывать «ровно 8 часов». Для разных возрастов у нас разные рекомендации. Подросткам советуем спать от 8 до 10 часов, хотя и промежуток 7-11 часов считаем вполне уместным. Для взрослых — 6-10 часов. А людям старше 65 лет подходит от 5 до 9 часов. И пусть вас не смущает, что разброс по норме сна получается 4-5 часов. Определите опытным путём подходящее время и спите в удовольствие!

Невыспавшийся читатель. А как понять, сколько для меня достаточно, а сколько уже недосып?

Сомнолог. Следите за **симптомами** недостатка сна. Их проявление зависят от тяжести и длительности недосыпа. А ещё симптомы зависят от генов. Если вы выиграли в генетическую лотерею, то недосып вам совсем не страшен. Учёные обнаружили ген «короткого сна» — мутацию в рецепторе нейропептида S. Её счастливые обладатели спят всего 4-6 часов, не теряя умственных способностей. Другим показателем недосыпа является дневная сонливость. У учёных есть такой тест — сколько времени требуется человеку, чтобы заснуть днём. Если больше 11 минут, то всё в порядке, вы высыпаетесь. Ведь заставить себя заснуть, когда не хочется, довольно мучительно — всё равно что заставить себя влюбиться в кого-то, кто не нравится. Зато тем, кто не высыпается, трудно бодрствовать, даже когда это необходимо. Начинаются микросны: человек засыпает, словно выключается, всего на несколько секунд.

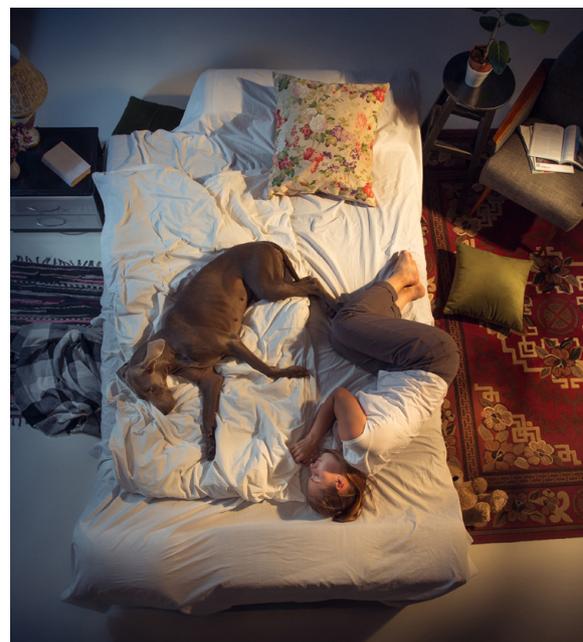
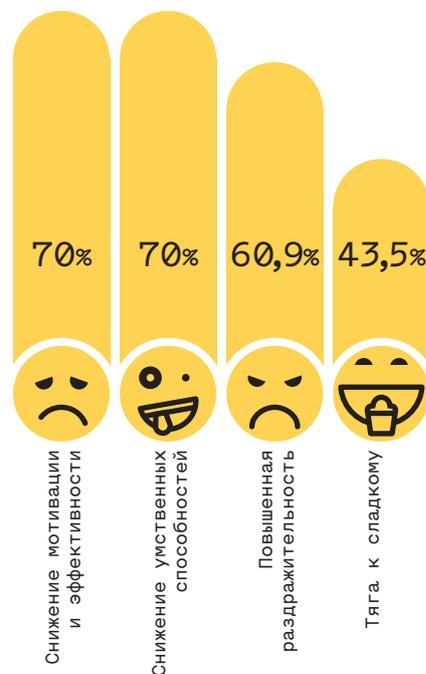
Врач после смены. Ох уж эти микросны... Если ночное дежурство было совсем тяжёлое, на плановом приёме вырубает прямо при пациенте. А ведь я к недосыпам привык!

Консервативный учёный (оживляясь). Ага! Помните, я говорил, что чем больше сна, тем лучше? Есть мнение, что ответственные профессии вроде врача требуют **нулевой сонливости**. А в эксперименте она наступает только после 10 часов в постели!

Невыспавшийся читатель. В общем, нет никаких обязательных 8 часов, а есть разброс нормы в 6-10 часов. И подбирать адекватное время мне придётся исходя из своих особенностей, генов и профессии. Не выспаться пару ночей не так уж и страшно, другое дело — длительный недосып.

Сомнолог. Вы вообще на эту тему сильно не переживайте. Не лежите в ночи, высчитывая: «А сколько же я просплю, если засну прямо сейчас?» Наш организм очень крепко держится за инстинкт, который обеспечивает колоссальную избыточность сна по сравнению с его жизненно важным минимумом. Мы спим почти всегда больше, чем минимально необходимо. ^\_^

● Самые популярные симптомы — спутники недосыпа:



● Нулевая сонливость — неспособность заснуть днём (или на это требуется много времени).

# Как свет и тьма управляют нашими биологическими ритмами

Домашние коты почему-то просят есть с раннего утра, а у офисных работников голод просыпается после полудня. Совы добывают еду по ночам, а многие жители Питера недолюбливают белые ночи из-за бессонницы.

В каждом из нас тикают биологические часы, но какие именно процессы скрываются за движением их стрелок?

✍ Полина Огородникова,  
корпункт «Кота Шрёдингера»  
в Санкт-Петербурге

## Где спрятаны часы

Биологические часы — одна из систем организма, как иммунная или сердечно-сосудистая. Эти часы нужны всем живым существам, чтобы синхронизироваться с ритмами природы — подстраиваться под смену дня и ночи или смену времён года.

Биологическим часам подчиняются многие функции организма, в том числе теплорегуляция, артериальное давление, выработка гормонов. Часы, управляющие нашим организмом, работают на трёх уровнях.

Первый — крошечный часовой механизм, спрятанный в каждой клетке.

Главную роль в нём играют специальные clock-белки, которые синтезируются во всех клетках, имеющих ядро, — и у животных, и у растений, и у грибов. Часть clock-белков образуется утром, активируя обмен веществ в клетке, другая — вечером, тормозя метаболизм. Так и задаётся суточный, или циркадный (от латинского *circa* — около и *dies* — день), ритм работы отдельной клетки.

А если какой-то из генов, синтезирующих clock-белки, мутирует, могут нарушиться различные ритмы

• За его обнаружение американские исследователи Джеффри Холл, Майкл Росбаш и Майкл Янг получили в 2017 году Нобелевскую премию в области физиологии и медицины.

• В достаточном количестве мелатонин вырабатывается только в темноте, даже тусклый свет сокращает его выработку — выключайте все лампы и закрывайте окна! А серотонину, наоборот, нужен свет: чем больше света, тем лучше настроение и выше работоспособность.



организма: сна и бодрствования, двигательной активности, пищеварения. Все эти ритмы связаны — если человек не спит по ночам, это может привести не только к бессоннице или депрессии, но и к диабету, даже к онкологическим заболеваниям. Часы нужны не только каждой клетке, но и организму в целом. Синхронизирует ритмы всех клеток особая гормональная железа мозга под названием эпифиз, или шишковидная железа, которая вырабатывает мелатонин и серотонин — гормоны, регулирующие наш сон и бодрствование, а также аппетит и настроение. В светлое время суток шишковидная железа производит «гормон счастья» серотонин, а в тёмное серотонин преобразуется в «гормон сна» мелатонин — он делает сон более глубоким и полноценным.

Теперь перейдём на третий уровень. Высший центр управления всеми ритмическими функциями организма — это супрахиазматические ядра гипоталамуса. Именно в эту группу нервных клеток поступает прямой сигнал от сетчатки глаза, который подсказывает часам, что сейчас на улице: день или ночь. Эта небольшая область в промежуточном мозге — главный генератор суточных ритмов, её нейроны подстраиваются под внешние световые сигналы и управляют эпифизом.

### Как не сломать часы

А что же совы и жаворонки — у них часы настроены по-разному? На самом деле мы не знаем. Может быть, есть ещё и «голуби» — люди, у которых пик активности наступает позже жаворонков, но раньше сов. Зато точно известно, что, какой бы птицей ты ни был, спать нужно ночью, а бодрствовать днём. Так мы запрограммированы генетически, жить иначе — значит укорачивать жизнь. Особенно вредно постоянно менять свой распорядок. Например, учёные из Мичиганского университета изучили базу данных проекта Nurses Health Study — многолетнего исследования здоровья более 120 тысяч американских медсестёр — и выяснили, что сменная работа (то в день, то в ночь) повышает риск ишемического инсульта на 4% каждые пять лет. Другие исследования, основанные на этих же данных, показали, что работа в ночную смену не менее трёх ночей в месяц в течение 15 и более лет может повысить риск развития колоректального рака, а также рака груди.

Причина — десинхроноз, то есть рассогласование биологических ритмов, которое является фактором риска развития сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Десинхроноз сопровождается длительной повышенной усталостью, снижением работоспособности и нарушениями сна.

Однократный десинхроноз известен каждому, кто испытывал джетлаг — синдром, возникающий при резкой смене часового пояса, когда человек пересекает больше трёх-четырёх временных зон. После него наступает этап ресинхронизации — когда биологические ритмы организма подстраиваются под новые условия. Интересно, что, если перелёт был с востока на запад, средняя скорость восстановления составит 92 минуты в сутки, а если с запада на восток — она будет в полтора раза ниже, 57 минут в сутки. Получается, адаптироваться при перелёте на восток труднее.

Рассинхронизацию наш организм чувствует и когда мы коротаем время со смартфоном.

Именно голубая, коротковолновая часть цветового спектра подавляет выработку мелатонина. На голубой свет реагирует фотопигмент меланопсин в клетках сетчатки глаза — именно от него зависит мнение мозга о том, ночь сейчас или день. При красном свете мозг не понимает, что на улице день. Но экраны гаджетов как раз излучают яркий и холодный голубой свет, понапрасну подбадривая мозг среди ночи. ^\_^

### ВСЕМУ СВОЁ ВРЕМЯ



Источник этого «расписания» — книга «Биохакинг. Руководство по полному раскрытию потенциала организма» финских исследователей Совиярви Олли, Тезму Арина и Халметоя Яакко. Но время тут указано ориентировочно — не расстраивайтесь, если у вас «самая высокая готовность к активным действиям» наступает гораздо позже десяти утра!

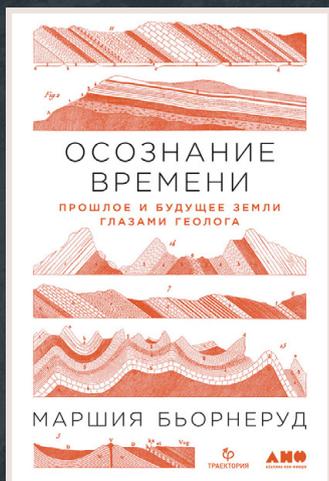
# Как мышление геолога поможет спасти мир

Мы выбрали эту книгу почти без колебаний. Во-первых, она про время, то есть соответствует теме номера. А во-вторых, написана геологом. Сейчас эта специальность как-то не в почёте. Это в советское время в каждой приличной семье на полке стоял Ферсман, Обручев или хотя бы Олег Куваев. А сейчас геологи редко пишут популярные книги, уступив дорогу астрофизикам, нейропсихологам и молекулярным биологам.

Автор «Осознания времени» Маршия Бьорнеруд честно признаётся: «Как и многие мои коллеги, геологом я стала почти случайно. В отличие от физики, химии или биологии, геология в большинстве школьных программ США считается второстепенным предметом или же вовсе не преподаётся, поэтому мало кто из поступивших в университет студентов знает, что это зрелая научная дисциплина со своей динамичной интеллектуальной культурой. Лично я мечтала заниматься гуманитарными науками

и записалась на вводный курс геологии только ради того, чтобы набрать нужные баллы».

Обидно за геологию. Мы знаем, что происходит за миллиарды световых лет от нас, а то, что творится у нас под ногами, до сих пор во многом загадка. Огромный пласт истории остаётся незамеченным. Вот едем мы, допустим, в московском метро. Под ногами граниты, на колоннах мрамор. В каждом кубометре этих пород миллионы лет истории, физических страстей, загадочных процессов. По сути, это такая же часть нашей общей биографии, как Римская империя, Октябрьская революция или полёт в космос



**Название:** «Осознание времени: прошлое и будущее Земли глазами геолога»

**Автор:** Маршия Бьорнеруд, геолог, профессор Университета Лоуренса (США)

**Издательство:** «Альпина нон-фикшн»

**Перевод:** Ирина Евстигнеева

*Издание подготовлено в партнёрстве с Фондом некоммерческих инициатив «Траектория» (при финансовой поддержке Н. В. Каторжнова).*

## Из главы «Необходимость осознания времени»

...Будучи профессором геологии, я легко и непринуждённо оперирую такими временными категориями, как эры и зоны. Один из моих курсов называется «История Земли и жизни» и охватывает 4,5 млрд лет существования нашей планеты (я умещаю этот обзор в 10-недельный триместр). Но как человек и особенно как дочь, мать и вдова, я, как и все люди, с содроганием смотрю в лицо времени — и, признаюсь, прибегаю к некоторому утешительному самообману. Неприятие времени затуманивает человеческое мышление на личном и коллективном уровне. Пресловутая «проблема 2000 года», угрожавшая обрушить компьютерные системы, а вместе с ними и мировую экономику на рубеже тысячелетий, была вызвана недалёковидными программистами, которые в 1960–1970-е годы не задумывались о том, что однажды наступит

2000-й. Вошедшие в моду инъекции ботокса и пластическая хирургия рассматриваются как хороший способ подретушировать внешность и поднять самооценку, но, по сути, скрывают совершенно иное — наше неприятие собственной временности и страх перед ней. Присущее людям естественное неприятие смерти усиливается нашей культурой, которая представляет время как врага и всячески старается отрицать его неумолимое течение. Как сказал Вуди Аллен, «американцы верят, что смерть не является чем-то обязательным».

Такого рода отрицание времени, корнящееся в чисто человеческом сочетании тщеславия и экзистенциального страха, пожалуй, является самой распространённой и простительной формой того, что можно назвать хронофобией. Но существуют и другие, куда более опасные её формы, которые, представая в безобидном облики, порождают повсеместную — дремучую и опасную — временную неграмотность в обществе. Почему-то нас в XXI веке совершенно не шокирует и даже вполне устраивает общераспространённое незнание долгой истории нашей планеты, за исключением разве что самых основных её моментов (да, взрослый образованный человек может показать на карте континенты, но попробуйте спросить его о Беринговом проливе, динозаврах или Пангее!). Подавляющее большинство людей, в том числе в богатых и технологически развитых странах, не имеют никакого представления о временных пропорциях — о продолжительности значимых эпизодов в истории Земли, скорости изменений в предыдущие периоды планетарной нестабильности, внутренних временных шкалах, присущих тем или иным формам «природного капитала», таким как системы подземных вод. Нам, человеческому виду, присущ поистине детский эгоцентризм — удивительное равнодушие к тому, что было на Земле до нашего появления, вплоть до неверия в то, что до нас вообще что-то было. Нас не трогает история прошлого, в которой нет человеческих персонажей, поэтому многие люди не интересуются естествознанием. В результате мы существуем словно бы вне времени и его законов. Как неопытные, но самонадеянные водители, мы мчимся со всей скоростью, вторгаясь в экосистемы и ландшафты без учёта их давно устоявшейся организации, структуры и процессов, а потом удивляемся и негодуем, когда планета наказывает нас за нарушение естественных законов. На фоне такого вопиющего невежества в отношении планетарной истории называть

себя современными, образованными людьми по меньшей мере смешно. Мы безрассудно несёмся в будущее, опираясь на столь же примитивное понимание времени, как представления о мире в Средневековье, когда Земля считалась плоским диском, на окраинах которого живут зловещие драконы. Сегодня драконы отрицания времени всё ещё обитают в очень многих сферах нашего мировосприятия.

Драконы эти многочисленны и разнообразны, и, пожалуй, самый агрессивный из них, хотя и наиболее предсказуемый в своих вывертах, — так называемый **младоземельный креационизм**. Мне, как университетскому преподавателю, регулярно приходится сталкиваться со студентами из семей евангельских христиан. Я вижу, как они прилагают отчаянные усилия, чтобы примирить свою веру с научным пониманием истории Земли, и искренне пытаюсь помочь им разрешить это мучительное внутреннее противоречие. Прежде всего я подчёркиваю, что моя цель не поставить под сомнение их личные убеждения, а научить их логике геологической науки (или лучше назвать это геологией?) — методам и инструментам, которые позволяют нам не только изучать Землю в её нынешнем состоянии, но и заглянуть в её невероятно сложную и внушающую благоговейный трепет историю. Поначалу студенты бывают удивлены таким разделением научной методологии и религиозных верований. Но по мере того, как они учатся самостоятельно «читать» горные породы и ландшафты, эти два мировоззрения кажутся всё менее совместимыми. В этом случае я прибегаю к аргументу, выдвинутому Декартом в его «Размышлениях о первой философии», согласно которому нет никакой возможности определить, является ли опыт бытия, переживаемый человеком, реальным или же изощрённой иллюзией, созданной злым демоном или богом. Уже в начале вводного курса геологии человек начинает понимать, что горные породы

● Младоземельный креационизм (англ. Young Earth creationism) — вариант креационизма, настаивающий на малом возрасте Земли и Вселенной, соответствующем буквальному толкованию Ветхого Завета. Обычно младоземельные креационисты считают этот возраст равным приблизительно 6 или 7,5 тыс. лет соответственно разным церковным традициям. В отличие от них, староземельные креационисты признают современные научные оценки возраста Земли. — Прим. ред. книги.

обозначают не столько предметы, сколько действия — это зримые свидетельства процессов, таких как извержение вулканов, рост коралловых рифов, формирование горных поясов и т. д., которые протекали (и продолжают протекать) на протяжении очень длительных отрезков времени в разных точках земного шара. Мало-помалу за последние два с небольшим столетия эти отдельные истории, рассказанные породами, были сплетены в единую величественную сагу Земли — так называемую геохронологическую шкалу. Эта «карта» глубокого времени представляет собой одно из величайших интеллектуальных достижений человечества,

## ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА (УПРОЩЁННЫЙ ВАРИАНТ)



плод усердного труда бесчисленного числа стратиграфов, палеонтологов, геохимиков и геохронологов — представителей разных культур и вероисповеданий. Эта карта всё ещё находится в процессе разработки: постоянно добавляются новые детали, уточняются калибровки. При этом за двести с лишним лет не было найдено ни одной древней породы или ископаемого остатка — «докембрийского кролика», если воспользоваться известным выражением английского биолога Джона Холдейна, — возраст которых разрушил бы стройную логику геохронологической шкалы.

<...>

...Всю хитроумность тактики и степень разветвлённости щупальцев индустрии «научного креационизма» мне довелось в полной мере осознать, когда я сама стала её жертвой. Некоторое время назад бывший студент предупредил меня, что одна из моих работ, опубликованная в научном журнале, который читают только самые умные геофизики, была процитирована на сайте Института креационных исследований. В научном мире частота цитирования — один из критериев, на основе которых составляются рейтинги учёных, и большинство моих коллег придерживаются мнения Ф. Барнума, что «плохой рекламы не бывает»: чем больше цитирований, тем лучше, даже если вашу идею оспаривают или опровергают. Но в моём случае цитирование было сродни тому, как если бы вас поддержал в соцсетях самый презренный тролль. Моя статья была посвящена необычным метаморфическим породам в норвежских каледонидах, наличие высокоплотностных минералов в которых свидетельствует о том, что на момент формирования этого горного пояса они находились в земной коре на глубине не менее 50 км. Странность состоит в том, что эти породы встречаются в виде линзообразных обособлений, тонко переслаивающихся с горными массами,

не претерпевшими аналогичного преобразования в более компактные минеральные формы. Мы с моей исследовательской группой показали, что подобный неоднородный метаморфизм мог быть вызван чрезвычайно сухим состоянием исходных пород, что препятствовало процессу перекристаллизации. Мы утверждали, что породы, сложенные минералами низкой плотности, могли в этих условиях некоторое время находиться в нестабильном состоянии на глубоких горизонтах коры, пока одно или несколько сильных землетрясений не привели к их растрескиванию и проникновению в них флюидов, что вызвало локальное проявление долго сдерживаемых метаморфических реакций. Опираясь на определённые теоретические ограничения, мы предположили, что в данном случае такой неоднородный локальный метаморфизм мог занять всего тысячи или десятки тысяч лет, а не сотни тысяч или миллионы, как в более типичных тектонических обстановках. Какой-то смекалистый «исследователь» из Института креационных исследований ухватился за это «доказательство быстрого метаморфизма» и интерпретировал его на свой лад, полностью проигнорировав тот факт, что возраст этих пород оценивается примерно в миллиард лет, а скандинавские каледониды были сформированы около 400 млн лет назад. Я была потрясена: оказывается, есть люди, у которых достаточно времени, образования и мотивации, чтобы перерывать груды научной литературы в поисках подобных открытий, и кто-то, вероятно, неплохо платит им за эту работу. Судя по всему, в этой игре очень высокие ставки. Нет прощения тем, кто в сговоре с влиятельными религиозными синдикатами сознательно вводит широкую общественность в заблуждение фальсификацией естественно-научных знаний ради продвижения «учения», которое служит их корыстным финансовым или политическим интересам. Я бы хотела сказать этим людям



в лицо: «Никакого вам ископаемого топлива, да и пластика тоже! Вся эта нефть была найдена благодаря строгим научным знаниям об образовании осадочных пород и геохронологии этих процессов. И никакой вам современной медицины, потому что подавляющее большинство фармацевтических, терапевтических и хирургических методов лечения было разработано посредством тестирования на мышах, которых вы отказываетесь признавать нашими эволюционными родственниками! Вы вольны верить в любые мифы об истории нашей планеты, которые вам нравятся, но тогда уж извольте довольствоваться только теми технологиями, которые проистекают из вашего мировоззрения! И прекратите отуплять умы молодого поколения своим ретроградством!» (Уф, мне стало чуточку легче.)

<...>

...При всём моём негодовании по отношению к младоземельцам, староземельцам и адептам апокалипсиса всех мастей хотя бы в одном им следует отдать должное: по крайней мере, они открыто признают свою хронофобию. Куда более распространены и разрушительны скрытые формы отрицания времени, встроенные в саму инфраструктуру нашего общества. Наша экономическая система ориентирована на постоянное увеличение производительности труда, в результате чего области, где профессиональная деятельность просто требует времени — образование, уход за больными, культура и искусство, — представляют собой проблему, поскольку в них невозможно добиться значительного повышения эффективности. В XXI веке исполнение струнного квартета Гайдна занимает столько же времени, сколько и в XVIII веке, — никакого прогресса! Иногда это называют «болезнью Баумоля» по имени одного из экономистов, впервые описавшего эту дилемму. То, что это считается «патологией», многое

говорит о нашем отношении ко времени и об удручающе малой ценности, которую мы на Западе придаём самому процессу, развитию и совершенствованию.

Финансовые годы и короткие сроки полномочий конгрессменов также навязывают недалёкое отношение к будущему. Те, кто ориентируется на краткосрочные результаты, вознаграждаются бонусами и переизбранием, тогда как те, кто стремится мыслить в долгосрочной перспективе и брать на себя ответственность перед будущими поколениями, обычно оказываются в меньшинстве и в проигрыше. Мало какие государственные структуры имеют возможность составлять планы, выходящие за рамки двухлетнего бюджетного цикла. И даже двухлетняя перспектива сегодня, кажется, становится непозволительным горизонтом для Конгресса и законодательных собраний штатов, где урезание расходов в последнюю минуту в попытке закрыть бюджетные дыры всё больше становится нормой. Институты, которые по определению требуют долгосрочного подхода — национальные парки, публичные библиотеки, университеты, — всё чаще рассматриваются как бремя для налогоплательщиков (и вынуждены как можно шире привлекать корпоративное спонсорство).

<...>

На академическом сообществе также лежит часть ответственности за пусть и ненамеренное, но продвижение неявной формы отрицания времени через наделение привилегированным статусом определённых научных дисциплин. Физика и химия традиционно занимают верхнюю ступень в иерархии наук в силу их количественной точности. Но такая точность в описании природных механизмов возможна только в строго контролируемых, абсолютно неестественных условиях, оторванных от конкретной, реально существующей среды или исторического момента. Их название «чистые науки», по сути, означает,

## ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА (УПРОЩЁННЫЙ ВАРИАНТ)



что они не загрязнены фактором времени, описывая универсальные, вневременные истины и вечные законы. Подобно «идеям» вещей у Платона, эти универсальные законы зачастую считаются более реальными, чем любое конкретное их проявление (например, планета Земля). При этом биология и геология занимают нижние ступени научной иерархии, считаясь «нечистыми» науками, которые всецело погружены в конкретную, временную реальность и потому не могут предложить столь привлекательные для человеческого разума точность и универсальность. Конечно, законы физики и химии применимы и к горным породам, и к формам жизни, и существуют некоторые общие принципы функционирования биологических и геологических систем, но суть этих научных дисциплин в изучении уникального разнообразия организмов, минералов и ландшафтов, возникших за долгую историю в этом конкретном уголке космического пространства. Биология как дисциплина занимает более почетное место благодаря своему молекулярному направлению с его «чистыми» лабораторными исследованиями и значимым вкладом в медицину. Смиренная геология никогда не могла претендовать на престиж и славу других наук. У нас нет ни нобелевских лауреатов, ни программ углубленного изучения в старших классах школы, ни раскрученных в СМИ публичных фигур. Конечно, такое положение дел огорчает геологов, но гораздо больше нас беспокоят последствия такого игнорирования нашей науки в то время, когда политики, руководители корпораций и рядовые граждане как никогда нуждаются в адекватном понимании истории, анатомии и физиологии нашей планеты.

<...>

Не пришла ли пора представителям всех областей науки задуматься о том, чтобы перенять у геологии уважительное отношение ко времени и его уникальной способности трансформировать,

разрушать, обновлять, усиливать, размывать, распространять, сплетать, созидать и уничтожать? Постигание глубокого времени может оказаться величайшим даром человечеству со стороны геологии. Подобно тому как микроскоп и телескоп открыли нашему взгляду недоступные для него ранее микроскопический и космический миры, геология предлагает нам линзу для восприятия времени, выходящего далеко за пределы нашего человеческого опыта. Но, несмотря на все мои дифирамбы, на геологии тоже лежит доля вины за формирование у общества подобных заблуждений по поводу времени. С момента зарождения этой научной дисциплины в начале XIX века геологи — в том числе чтобы дистанцироваться от младоземельцев — занудно твердили о невероятно медленных темпах геологических процессов и о том, что геологические изменения происходят только на непостижимо огромных временных интервалах. С другой стороны, авторы учебников по геологии неизменно предлагают представить все 4,5 миллиарда лет истории Земли как одни сутки, и тогда получается, что человечество появилось всего за секунду до полуночи. Однако эта метафора создаёт искаженное и даже безответственное представление о нашем месте во времени. Во-первых, она отводит человечеству незначительную и пассивную роль, что не только вызывает неприятие с психологической точки зрения, но и позволяет игнорировать масштаб нашего воздействия на планету за эту «долю секунды». Во-вторых, она отрицает наши глубокие корни, тесно переплетённые с историей Земли: даже если наш конкретный вид появился за секунду до полуночи, первые представители нашей огромной семьи живых организмов появились на планете уже в 6 утра. В-третьих, эта метафора, как и апокалиптический сценарий, подразумевает отсутствие будущего — что происходит после полуночи? ^\_^





**ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ  
ЗЕЛЕНЫЙ АЛЮМИНИЙ  
УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ**



✎ Андрей Константинов ^

# Вселенная разумна?

«Мы исследуем сходство между двумя самыми сложными системами в природе: сетью нервных клеток в человеческом мозге и космической сетью галактик» — так начинается статья в солидном журнале *Frontiers in Physics*, вышедшая под неожиданно дерзким названием «Количественное сравнение нейронной сети и космической паутины».

Астрофизик из Университета Болоньи и нейрохирург из Университета Вероны доказывают, что сходство налицо: в нейросети человеческого мозга 86 миллиардов нейронов, в наблюдаемой Вселенной как минимум 100 миллиардов галактик. В обеих системах только 25% их массы составляют сами галактики и нейроны, а 75% — это компоненты, играющие явно пассивную роль:

вода в мозге и тёмная энергия в наблюдаемой Вселенной. В обеих системах галактики и нейроны образуют длинные волокна и узлы между ними — в первом случае сверхскопления галактик связаны нитями «космической паутины» из темной и обычной материи, во втором ганглии соединены пучками нервных волокон.

Исследователи рассчитали некоторые параметры, характеризующие нейронную сеть и космическую паутину: среднее количество соединений в каждом узле и тенденцию кластеризации соединений в центральных узлах.

«И снова структурные параметры выявили неожиданные уровни согласия. Вероятно, самоорганизация в обеих системах формируется схожими принципами

сетевой динамики, несмотря на поразительную и очевидную разницу между физическими силами, регулируемыми галактики и нейроны», — удивляются исследователи.

И правда, удивительно: совершенно разные физические процессы создают сходные самоорганизующиеся системы, сходные, так и хочется сказать, организмы. А если вспомнить ещё грибницу, или интернет, или виртуальные нейросети современных компьютеров, или ночные огни большого города, паутину трасс и центральных узлов... Повсюду узоры того же фрактала! Что внизу, то и наверху, как говорили древние.

Физик-визионер (обычные физики таких не очень любят) Фридьоф Капра, который ещё в 1970-е узрел, что сети повсюду, описывал Вселенную образом из сутр: в небесах бога Индры есть жемчужная сеть, и жемчужины эти расположены так, что, посмотрев на одну из них, узришь в отражении на её поверхности все остальные. Ну, как всех френдов видно на экране смартфона любого из них — так ведь и живём.

Кстати, часть этих сетей умеет обрабатывать информацию. Да все, кроме самой большой: и мозг, и нейросеть компьютера, и интернет, и, конечно, город, да и грибница, как в последнее время выясняется, тоже своего рода «мозг леса». То есть служит субстратом для какого-никакого разума, способности работать с информацией. Так может, и вселенская паутина тоже? Помните же — фрактал: что внизу, то и наверху. ^\_^

Это всё игры ума и воображения! По-моему, разума у вселенской паутины не больше, чем у грибницы, да и обмен информацией в ней идёт миллионы и миллиарды лет. И вообще рассуждения по аналогии — вещь ненадёжная... Хотя что это я, чуть не забыл, что и сам я аналогия и игра ума. А от меня ведь есть несомненная польза!

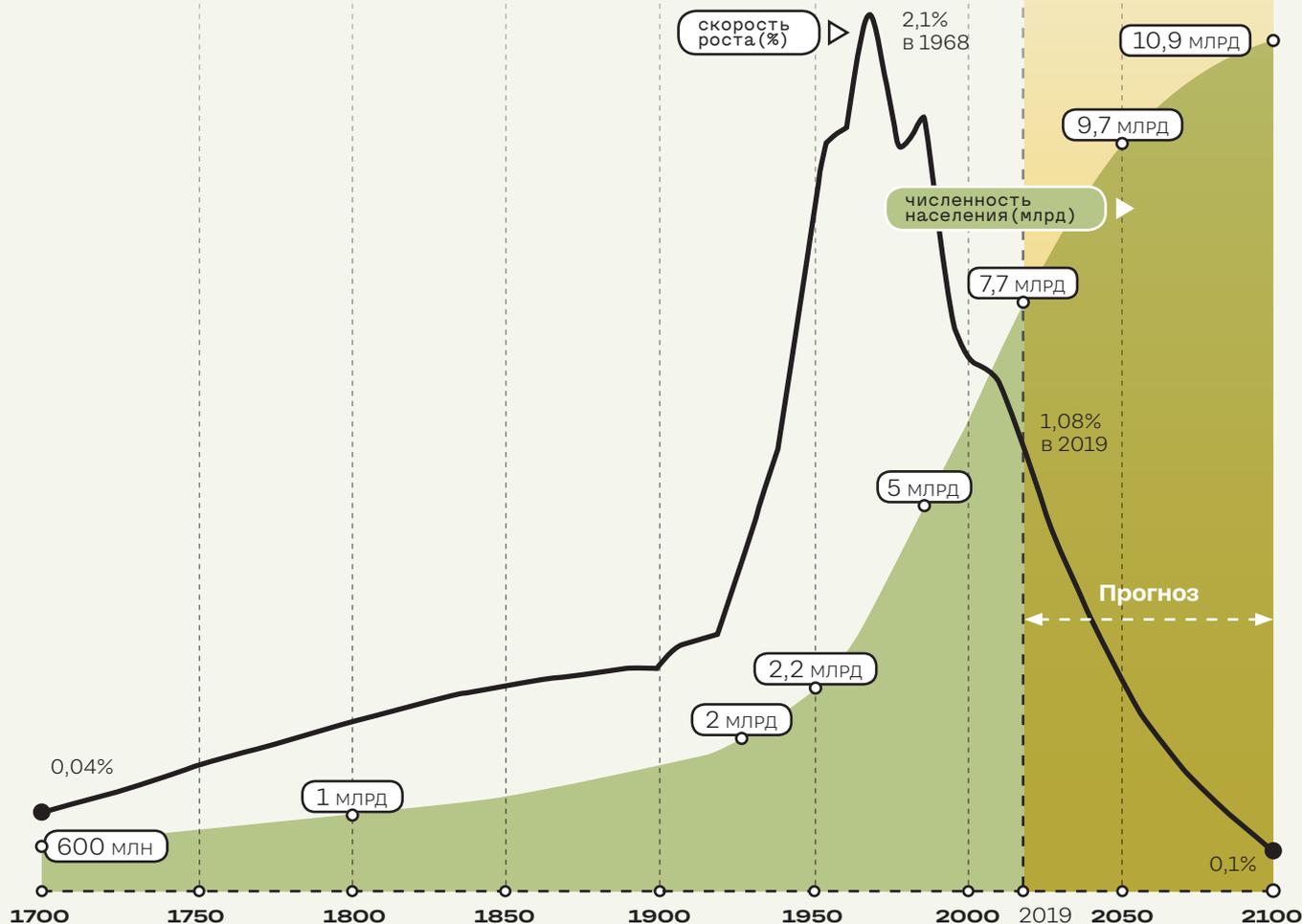


# Перенаселение отменяется

По прогнозам демографов,  
население планеты скоро  
начнёт уменьшаться

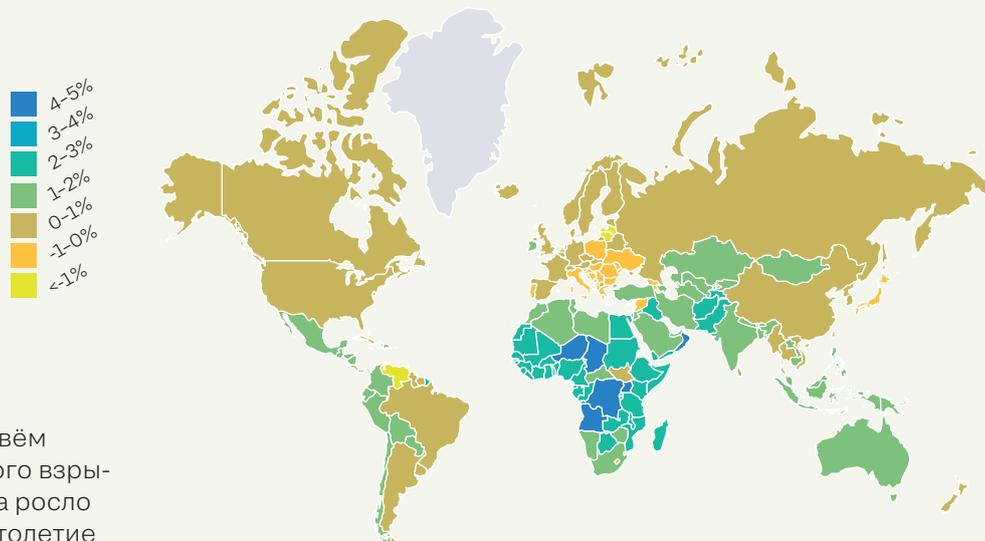
## КОНЕЦ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ВЗРЫВА

Рост населения мира с 1700  
по 2100 год.



## ЛУЧШЕ МЕНЬШЕ, ДА ЛУЧШЕ

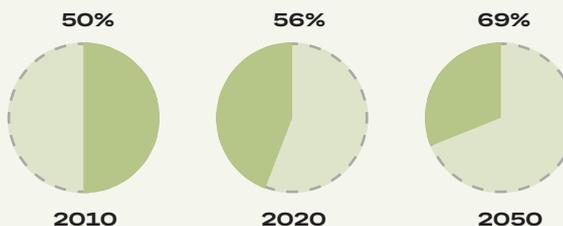
Скорость роста населения в странах мира в 2015–2020 годах, %



Мы привыкли думать, что живём во времена демографического взрыва: в XX веке население мира росло небывалыми темпами и за столетие увеличилось в четыре раза. Так было далеко не всегда: из-за сверхвысокой детской смертности до 1700 года население планеты росло очень медленно — со скоростью 0,04% в год, и лишь в XX веке скорость превысила 2% в год. Долго такой взрывной рост продолжаться не может: как уже бывало бесчётное количество раз в истории, период роста рано или поздно заканчивается тем, что люди начинают массово умирать от вечных спутников перенаселения: голода, эпидемий, войн, революций. Неужели нет другого пути и человечество обречено попасть в **мальтузианскую ловушку**? Есть! Численность населения перестаёт расти в тех странах и обществах, где совершается демографический переход — снижение рождаемости по мере урбанизации, в процессе перехода от традиционного аграрного общества к современному городскому. Ещё недавно учёным казалось, что человечество по-прежнему растёт слишком быстро и планете грозят ужасы перенаселения. Но, судя по последним исследованиям, демографический взрыв подходит к концу. Прошлогодний доклад ООН зафиксировал, что скорость роста населения

## ТЕМП УРБАНИЗАЦИИ

Доля горожан в населении планеты (по прогнозам ООН)



замедляется быстрее, чем казалось раньше: сейчас она уже составляет 1%, снизившись за полвека вдвое. Рост всё ещё довольно высокий — 82 млн человек (140 млн рождается, 58 млн умирает). Но с каждым годом это число становится меньше, а к концу века население достигнет 11 млрд и фактически перестанет расти: прогнозируемый темп роста снизится до 0,1% в год. Получается, в XXI веке население Земли не увеличится ни в четыре, ни даже в два раза. Демографический взрыв сменяется демографическим переходом, который должен стабилизировать численность жителей планеты.

● Мальтузианская ловушка названа по имени Томаса Мальтуса (того самого, у которого Дарвин позаимствовал термин «борьба за существование»). Мальтус описал типичную для аграрных обществ, периодически повторяющуюся в истории ситуацию, когда рост населения обгонял рост производства продуктов питания, ограниченного плодородием почвы, и начинались голод, войны, эпидемии, бунты, в результате которых население уменьшалось.

численность населения Земли в 2020 году

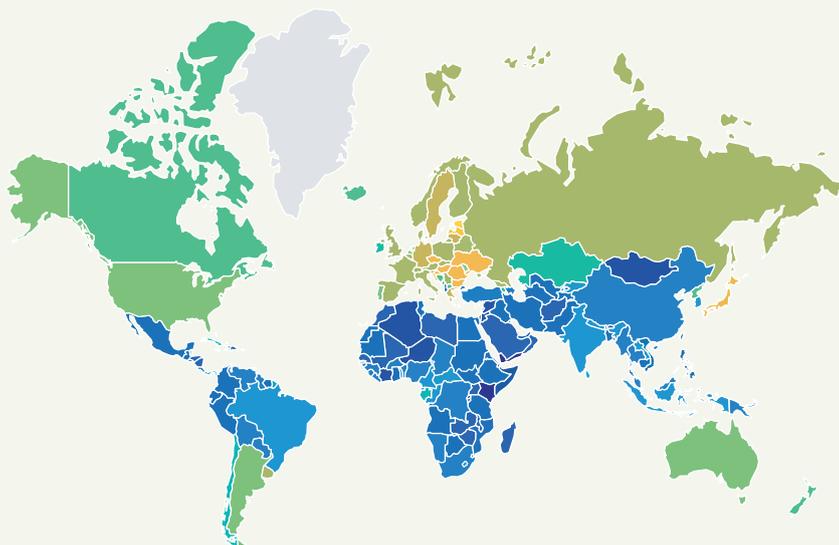
7 826 000 000



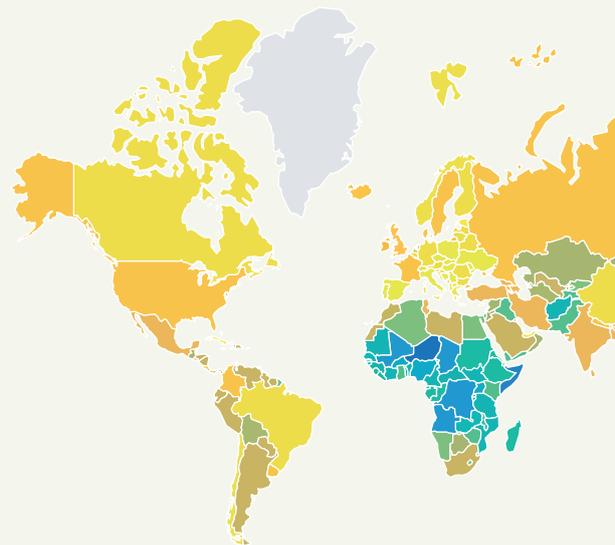
**ПЛОДИТЕСЬ И РАЗМНОЖАЙТЕСЬ?**

Как уменьшалось среднее число детей на одну женщину в мире

1960-1965



2015-2016

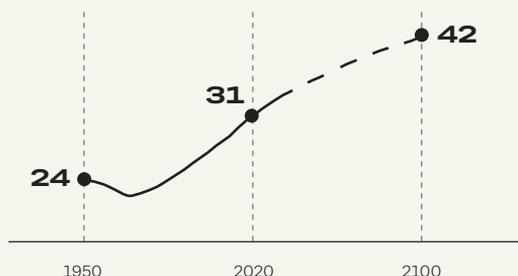


Исследование, опубликованное в июле 2020 года в журнале The Lancet, укрепляет надежду на демографический переход в планетарном масштабе. По данным учёных из Вашингтонского университета, уже в 2060-е численность населения Земли перестанет расти и начнёт снижаться. Пик придётся на 2064 год и составит 9,6 млрд человек. А к концу века эта величина снизится до 8,8 млрд. Авторы исследования изучили, как меняется в последние годы суммарный коэффициент рождаемости — число детей в расчёте на одну

женщину. Если в 1950 году он составлял 4,7, то в 2017-м снизился почти вдвое — до 2,4. Когда коэффициент упадёт ниже 2,1, численность населения начнёт уменьшаться. К 2100 году, по прогнозам, он опустится ниже 1,7. Основой нового баланса станут низкая рождаемость и высокая продолжительность жизни. Население планеты стареет, детей будет всё меньше, а людей в возрасте — всё больше. И они всё меньше будут соответствовать нынешним представлениям о «стариках».

### ЛЮДИ СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА

Как сдвигается средний возраст населения мира



Существенно увеличится доля в мировом населении уроженцев Южной Азии и особенно Африки — самых отсталых аграрных регионов планеты, где ещё продолжается демографический взрыв (коэффициент рождаемости в Африке южнее Сахары — 4,4 ребёнка на женщину). Однако и там урбанизация с индустриализацией медленно, но неуклонно закладывают основы для демографического перехода. А население многих развитых стран, наоборот, сократится вдвое — это грозит, например, Японии, Италии, Испании, Южной Кореи.



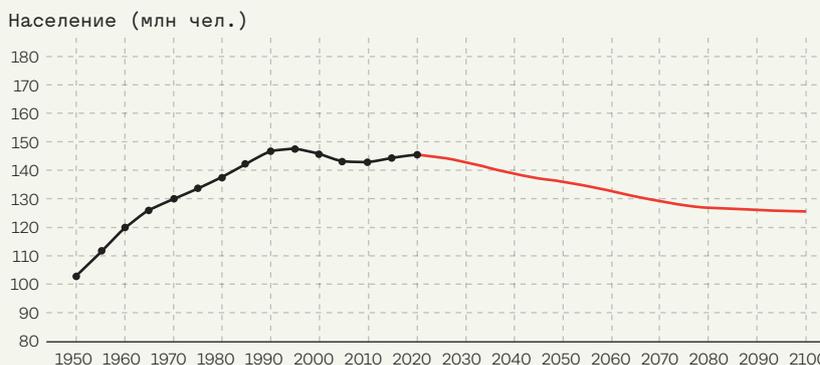
### СТАРЕЮЩИЙ МИР

Доля людей старше 65 в населении разных стран в 2020 году, %

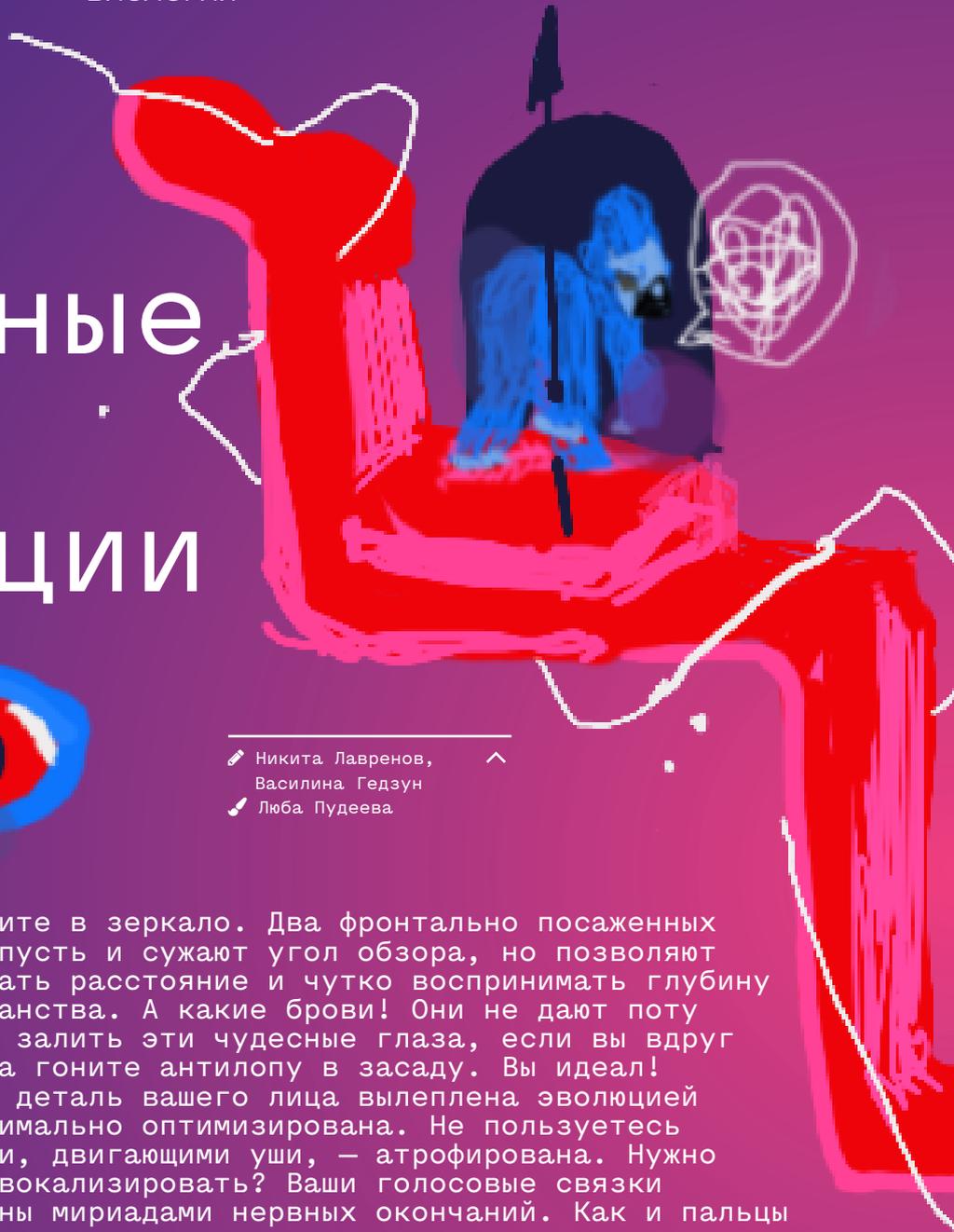
### ПРОГНОЗ ООН ДЛЯ РОССИИ

Вероятностный прогноз численности населения, основанный на данных о рождаемости и продолжительности жизни

Источники: World Population Prospects 2019, The Lancet 2020.



# Очень странные дела ЭВОЛЮЦИИ



✎ Никита Лавренов,  
Василина Гедзун  
✎ Люба Пудеева

Взгляните в зеркало. Два фронтально посаженных глаза пусть и сужают угол обзора, но позволяют оценивать расстояние и чутко воспринимать глубину пространства. А какие брови! Они не дают поту со лба залить эти чудесные глаза, если вы вдруг полчаса гоните антилопу в засаду. Вы идеал! Каждая деталь вашего лица вылеплена эволюцией и максимально оптимизирована. Не пользуетесь мышцами, двигающими уши, — атрофирована. Нужно тонко вокализировать? Ваши голосовые связки снабжены мириадами нервных окончаний. Как и пальцы рук. Но вся эта красота получилась примерно случайно: полезное в хозяйстве отбор поддерживал, а мешающее жить — отметал. Но что-то во всех нас реализовано по принципу пьяного сантехника «работает — и ладно». А иногда в угоду адаптивности отбор создавал несколько сумасшедшие конструкции. В этом материале мы собрали странные с точки зрения человеческой логики эволюционные решения

## Петляющий нерв

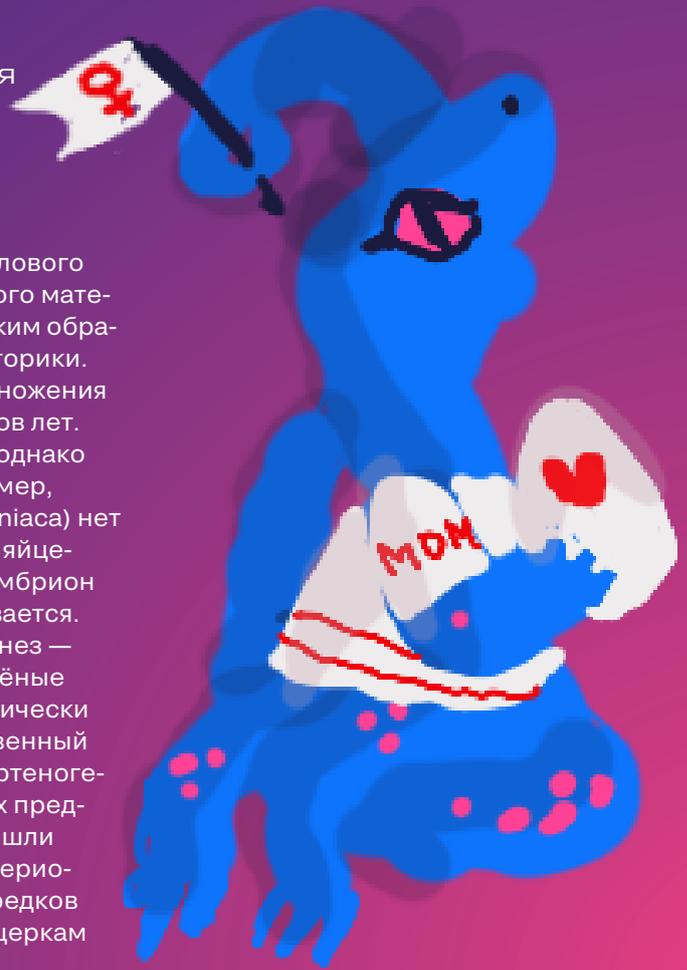
Та самая пара мозговых нервов, что отвечает за передачу сигналов к гортани, включая филигранные голосовые связки, на самом деле отнюдь не шедевр эволюции. Эти нервы зовутся языкоглоточными. Появились они впервые у рыб и иннервировали у них жабры. И тогда же проложили себе путь под дугой аорты — главной артерии, отходящей от сердца. От неё до жабр недалеко. Прошли сотни миллионов лет, появились организмы без жабр, нерв сменил специализацию, перешёл по наследству всем млекопитающим, включая нас. И до сих пор по старой памяти проходит под дугой аорты. Выходит из головного мозга, идёт по направлению к сердцу, делает крюк под аортой и возвращается в гортань. Не оптимально. А представьте, какой крюк языкоглоточные нервы делают, например, у жирафов.

## Опасные роды

О тех же самых жирафах эволюция проявила ещё более парадоксальную заботу. В силу особенностей анатомии большинство копытных рожают стоя, и жирафы не исключение. Только их новорождённым приходится лететь из матки на землю метра полтора. Если самка нашла не самое подходящее место для родов, детёныш может расшибиться. Но в саванне, если рядом нет хищников, как правило, всё проходит гладко. Через полчаса после появления на свет телята уже встают на ноги. А чтобы эти полчаса были безопасными, эволюция снабдила их чуть более тёмной окраской, нежели взрослых особей. Так они лучше сливаются со средой. После полёта.

## Безотцовщина

Падающий из матки детёныш жирафа — продукт полового размножения. Как и мы: одна половина генетического материала достаётся нам от отца, другая — от матери. Таким образом, мы являемся уникальным продуктом комбинаторики. Первые ископаемые свидетельства полового размножения встречаются в отложениях возрастом 540 миллионов лет. Этот механизм есть у всех позвоночных животных, однако некоторые виды решили от него отказаться. Например, среди армянских скальных ящериц (*Darevskia armeniaca*) нет самцов, только самовоспроизводящиеся самки. Их яйцеклетки способны развиваться в жизнеспособный эмбрион без оплодотворения, так их популяция и поддерживается. Благодаря им, собственно, и был открыт партеногенез — феномен «девственного размножения». Дальше учёные выяснили, что эти самые армянские ящерицы, технически говоря, не самостоятельный вид, а древний естественный гибрид двух других скальных ящериц. И когда их партеногенетические самки оказываются рядом с самцами их предков, они начинают вести себя так, будто вместе прошли все эволюционные тяготы и невзгоды. Возможно, периодическое пополнение генов из популяций видов-предков и позволило независимым армянским скальным ящеркам не дойти до вырождения.



БЫСТРЕ!!!

## Плодись, Форрест, плодись!

Смысл отбора не в том, чтобы вы или любой другой организм адаптировались к своей среде и прожили в ней долгую и счастливую жизнь, нет. Его задача — сделать так, чтобы вы могли оставить после себя как можно больше копий своих генов. Только этим определяется эволюционный успех. Возьмём, к примеру, нотобранхов Фурцера — этих небольших рыбок занесло жить в засушливые регионы. Да ещё и в пересыхающие водоёмы. Время жизни рыб в таких условиях ограничено внешними факторами. Они умирают не от старости и не от зубов хищников, а от пересыхания места обитания. Но при этом популяции нотобранхов Фурцера успешно поддерживаются в таких условиях: они научились достигать половой зрелости на 14-й день после выупления из икринки. Их основная цель не выжить, а как можно скорее отложить икру, которая может пережить сухой сезон, в грунт. Этим они и занимаются те 3–6 месяцев, что им отведены. Даже в тепличных, то есть в аквариумных, условиях эти рыбы не живут дольше года. Почему? Непонятно. Из-за этого они и стали модельным объектом для исследований старения и программируемой гибели.



## Казнить, нельзя помиловать

Старение и смерть — тоже загадочный феномен. Согласно гипотезе фенотоза, эти явления возникли в эволюции, чтобы очищать популяцию от изношенных особей и давать дорогу (а точнее, ресурсы) молодым. То есть старение и смерть — разворачивающаяся в процессе жизни программа, подобная прописанному в генах сценарию программируемой клеточной гибели — апоптозу. Верна ли эта гипотеза? Сказать пока сложно. Из жизненного опыта мы понимаем, что бессмертных нет. Но учёные могут возразить. Есть, например, здравствующая роща североамериканских осин *Populus tremuloides* — технически это одна клональная мужская особь возрастом 80 тысяч лет. Есть бессмертная медуза *Turritopsis dohrnii*, способная превращаться из медузы в полипа и обратно неограниченное число раз. Есть голые землекопы, у которых старение отключено. Но это скорее исключения из общего правила, в число которых мы, люди, не попали.



## Скрутить в бараний рог

Слава отбору, нас хоть не скрутило! Представьте, что вас снабдили надёжным панцирем, но при этом спирально закрутили все органы, чтобы упихнуть в него. Примерно так произошло с брюхоногими моллюсками — диковинными обладателями спиральных раковин. Их предки эволюционировали как двухсторонне симметричные линейные организмы: левая и правая половины червей, например, идентичны. От червей пошла эволюционная ветвь на моллюсков, один из классов которых забился в спиральную раковину. И в этой раковине закрутило все их внутренности: нервные тяжи и магистральные сосуды легли внахлест, внутренние органы сместились, органы из правой части уменьшились — выглядит это несколько неаккуратно. Но ведь работает, жить не мешает — и ладно. Есть в природе и симметричные брюхоногие моллюски с блюдцевидной раковиной, напоминающей колпачок. Но их меньшинство. Зоологи считают, что популярность турбоспирали обусловлена тем, что она обеспечивает большую прочность при равном с блюдцевидной раковиной объёме.



## Противоречивое нововведение

Около 400 миллионов лет назад, когда спиральная раковина брюхоногих только начинала набирать популярность, на суше появились первые деревья. Точнее, древовидные хвощи, плауны и папоротники (некоторые из последних здравствуют и сегодня). Древовидными им позволил стать лигнин — сложное полимерное вещество, основной компонент стенок одревесневших клеток. Именно он обеспечивает древесным стволам прочность и позволяет вырастать выше 100 метров, ибо его ультраструктура сравнима с таковой у железобетона. Но вот незадача: тогда, 400 миллионов лет назад, никто из микроорганизмов не умел разлагать лигнин, из-за чего леса напоминали нагромождение брёвен. И так было десятки миллионов лет до появления сначала у грибов, а потом и у бактерий ферментов, способных разлагать лигнин. А нам с того времени достался подарок — залежи каменного угля. Это есть не что иное, как неразложившиеся остатки растений девона и карбона.

## Потеря союзников

Некоторые учёные считают, что лигнин как эволюционное приспособление появился для защиты растений от микрофлоры. Но некоторые из них менялись как бы в угоду другим. Например, все те растения, что дают большие сочные плоды. Плоды становились всё больше, сочнее и питательнее в надежде привлечь союзников — крупных млекопитающих. Взамен животные распространяли семена, прошедшие через кишечник, подальше от материнских особей. Так было и с авокадо, который старался быть максимально привлекательным для гигантских ленивцев. Но 6-10 тысяч лет назад последние гигантские ленивцы вымерли, и авокадо остался без партнёра, в плотном контакте с которым прожил миллионы лет. И если бы не люди, по-видимому, истребившие тех самых гигантских ленивцев, авокадо и вовсе лишился бы дистрибьюторов: столь крупные семена не способны проглотить, а значит, и разнести по округе ни одно из ныне живущих южноамериканских животных. Человек и подавно не в состоянии проглотить что-либо размером почти с кулак, но ему, как единственному виду, освоившему сельское хозяйство, это и не нужно, чтобы распространять авокадо по всему свету на взаимовыгодных условиях.



## Остаться младенцем, чтобы нравиться

Иногда вызывать умиление и получать взамен пропитание более выгодно, чем быть сильным и независимым. Так, например, кошки, чтобы нравиться людям, научились сохранять младенческие черты — мяуканье. Зоологи полагают, что исходно «мяу» было сигналом котёнка матери: покорми, мол, меня. Вырастая, кошки переходят к самостоятельной охоте и забывают про сигнал, которым когда-то подзывали маму. Но долгое сожительство с человеком показало, что мяуканье — верный способ привлечь к себе внимание, добиться еды или ласки. Так среди взрослых домашних кошек закрепился стереотип младенческого поведения. Собаки стараются не отставать. В отличие от ближайших диких сородичей — волков, — они умеют двигать внутренним краем брови и делать жалостливый взгляд. ^\_^

## Нездоровая эволюция

Мы же, люди, над собаками, которые так стараются нам понравиться, знатно поиздевались. За 15 тысяч лет совместной жизни мы по каким только признакам не отбирали и какие только комбинации не скрещивали — вывели в итоге около 400 пород. Одни пасут, другие гонят дичь, третьи помогают в охоте на пушного зверя, четвёртые — на птиц, пятые служат поводырями, шестые вынюхивают наркотики, а седьмые — взрывчатку... Но некоторые породы по нашей прихоти стали игрушками-инвалидами. Таксы страдают от проблем с позвоночником, а у пород с укороченной челюстью (мопсов, бульдогов, пекинесов) глаза порой выпадают из глазниц. Интересно, что произошло бы с этими породами, исчезни вдруг человек?..

# Настолько медленные, что не пугают



Имя по документам  
*Род Bradypus*

Имя в миру  
*Трёхпалые ленивцы*

Рост  
*Около 60 см*  
*(как средняя собака)*

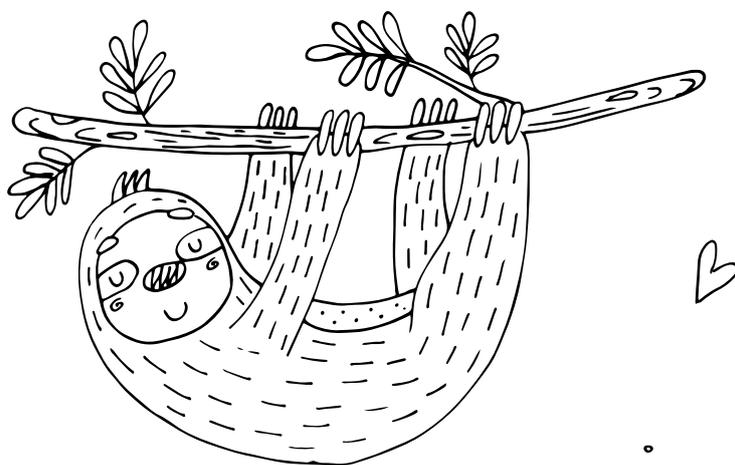
Прописка  
*Тропики Нового Света*

Родственники  
*4 представителя рода*  
*+ 2 двухпалых ленивца*  
*из соседнего семейства*

● Это тропическое вечнозелёное дерево из семейства крапивных. Да, дерево. Да, родственник той самой жгучей крапивы. Нет, похожи. Цветками.

Можно сколько угодно смеяться над нерасторопностью ленивцев. Но попробуйте питаться исключительно не слишком сътными листьями **цекропии** — посмотрим, что станет с вашими потомками через пару десятков миллионов лет. Столько времени, правда, ни у кого из нас, пишущих и читающих этот журнал, в запасе нет, поэтому перейдём сразу к развязке. Скорее всего, метаболизм у вас замедлится, а тело изменится так, чтобы тратить как можно меньше энергии. Вы начнёте медленнее двигаться. Скорость бодрствующего ленивца, если вдруг он не ест и не спит, составляет лишь около двух метров в... минуту. Это примерно в сто раз медленнее самого неспешного прогулочного шага. Даже моргать станете медленнее. Метаболизм замедлится тоже. Пульс останется примерно человеческим. А вот частота дыхания упадёт. Клетки приспособятся к этому изменению на молекулярном уровне — сможете нырять минут на десять. А то и на полчаса, но, в принципе, это ни к чему. Ведь чтобы сэкономить энергию, вы постараетесь лишний раз не двигаться и отрастите приспособления, которые вам это позволят. Например, длинные когти, чтобы тело само держалось на деревьях, которые вы объедаете. А ещё длинную и подвижную шею, чтобы можно было объесть гораздо больше веток вокруг, не пошевелив при этом ни единым пальцем, ибо зачем? Да, пища не особо питательная, оттого большую часть времени бодрствования придётся тратить на питание. И обзавестись крепким желудком, который можно набивать так, что до двух третей вашей массы будет приходиться на его содержимое. Можно ещё подселить в кишечник специальную микрофлору, которая справляется с перевариванием листы лучше метановых бактерий. А метановых бактерий не будет — вот и умереть перестанете, ибо именно эти бактерии ответственны за наши газы и пучение. Вообще, дружбу с бактериями вы переосмыслите. Возможно, подселите к себе в шерсть (да, она тоже отрастёт) водоросли и обзаведётесь камуфляжным зеленоватым окрасом. Единственное среди всех млекопитающих, между прочим. Медленным и зелёным можно просидеть на ветке хоть вечно. Даже рожать можно, сидя на ветке. Ленивцы поступают именно так.

Возможно, вам эволюция позволит вообще всю жизнь провести на ветке, но ленивцы раз в три недели таки спускаются на землю. Чтобы справиться большую нужду. И тратят на это около 8% энергетического запаса. Ещё и риску быть съеденным себя подвергают (да, даже от ягуаров, своих главных врагов, ленивцы удирать не торопятся). Казалось бы, к чему такие риски? Биологи долго не могли найти ответ, наблюдая за ленивцами, но недавно, кажется, нашли этому феномену рациональное объяснение. В их фекалиях откладываются яйца огнёвки акациевые. Личинки вырастают там же. А взрослые бабочки поселяются в шерсти ленивцев, там же находят пару и ждут очередного похода ленивца по нужде. На первый взгляд отношения эти исключительно односторонние: неужели ради благополучия какой-то бабочки стоит тратить немало ресурсов и подвергать себя смертельной опасности? И снова жизнь оказалась несколько сложнее. Эти самые бабочки-огнёвки, пока живут на ленивцах, удобряют их шерсть азотсодержащими соединениями. Водоросли и бактерии на удобренной шерсти растут и множатся активнее — шерсть становится камуфляжной. Ещё эти водоросли могут послужить сухпайком. Почистил шерсть — поел. Стоит ли ради этого рисковать жизнью? Видимо, да, отбор такое поведение не отбраковал. А стоит ли тратить десятки миллионов лет ради возможности всю жизнь лениться на ветке? Не ленивцы единые «замедлились» из-за перехода на малопитательную диету. Панды, поедающие исключительно бамбук, тоже не могут похвастаться расторопностью. А коалы с их эвкалиптовым рационом ещё более близки к ленивцам по скоростям. Да и образ жизни, и анатомические адаптации коал очень похожи на таковые у ленивцев, несмотря на совсем уж дальнюю родственную связь. ^\_^





# Румяный дом, два синих цвета и налитый сахар

✍ Ксения Студеникина ^

Мы продолжаем рубрику, посвящённую языкам России, и на этот раз поговорим о горно-марийском. Этот язык наряду с луговым марийским и русским является одним из официальных языков **Марий Эл**. Правда, говорит на нём меньше 5% населения республики и только в нескольких западных районах. Зато он помогает горным марийцам (мари) осознавать свою этническую идентичность и отделять себя от луговых и восточных мари

Статья написана при поддержке гранта РФФИ № 19-012-00627.

## Профиль языка

### Статус

активно используется в повседневном общении взрослыми; дети в школе изучают, но общаются на нём реже.

### Семейное положение

входит в уральскую языковую семью, ближайший родственник — луговой марийский. В тесных взаимоотношениях с чувашским. Всё сложно с русским.

### Регион

Россия, Республика Марий Эл. В небольших количествах есть носители в Нижегородской и Кировской областях. Центром горномарийской культуры считается расположенный на Волге город Козьмодемьянск. Именно он, скорее всего, послужил прообразом Васюков из «Двенадцати стульев» Ильфа и Петрова. Вполне возможно, местные шахматисты, когда гнались за Остапом Бендером, выкрикивали что-то злобное на горномарийском.

### Друзья

23 062 носителя на 2010 год. С 2016-го дружит с участниками экспедиции ОТИПЛ МГУ.

### Религиозные взгляды

православие, уважительно относится к традиционным языческим верованиям.

### Музыка

песня, сочинённая лингвистами горномарийской экспедиции ОТИПЛ МГУ (оригинал — [песня из мультфильма «По следам бременских музыкантов»](#), автор музыки Г. Gladkov, автор текста Ю. Энтин).

### Любимые цитаты

«Задрожала, заколыхалась земля и поглотила обезглавленного Турни. В тот же миг зашевелились, забурлили стоячие воды гнилого болота и ринулись в реку Ветлугу. Болото высохло, по нему пролегло множество тропинок, и на одной из них показалась красавица Юкчи, а следом за ней все девушки, пленённые злым Турни...» (из «Сказок лесов» В. А. Акцорина)

Если кто забыл географию, это на восток от Москвы. Марий Эл граничит с Нижегородской и Кировской областями, Татарстаном и Чувашией. Столица — Йошкар-Ола. Население — меньше 700 тыс. человек. Среди них 45% русских, 42% марийцев (горных и луговых), 6% татар.

1-й куплет:  
Сандӓлык кидӓштӓнӓ  
Мӓ континент шӓдӓрвлӓ  
Проклятый конкурентвлӓм  
Шӓлӓтен шуеннӓ

Припев:  
Цӓшеш токыда толынна  
Шӓлӓ, bonjour, hello  
А ну мӓмнӓм яратыда  
Тӓмдӓм йымы анжалы  
Ӓлдӓ цилӓнӓт  
Шӓтӓӓрен колыштыда  
Ӓлдӓ яжонок  
Киддӓмӓт лыпышыда

2-й куплет:  
Ышмам кӓрен вел шоктенӓ  
Цилӓн цӓшӓнвлӓ мӓгӓрӓт  
Анзыцок пӓленӓ  
Тӓте лин ак керд

### Перевод

(на всякий случай)

1-й куплет:  
Весь мир у нас в руках,  
Мы звёзды континентов,  
Разбили в пух и прах  
Проклятых конкурентов.

Припев:  
Мы к вам заехали на час,  
Привет, bonjour, hello!  
А ну скорей любите нас,  
Вам крупно повезло!  
Ну-ка все вместе уши развесьте,  
Лучше по-хорошему  
Хлопайте в ладоши нам!

2-й куплет:  
Едва раскроем рот,  
Как все от счастья плачут,  
И знаем наперёд —  
Не может быть иначе!

## Кого послал Петя?

Горномарийский язык и его родственник луговой марийский — это самые «тюркские» из уральских языков. В результате долгих контактов с чувашским и татарским они заимствовали оттуда как многие слова, так и целые конструкции. Например, это единственные языки уральской семьи, в которых широко используются так называемые сложные глаголы, распространённые в чувашском, татарском, казахском, киргизском и других тюркских языках.

Речь идёт о сочетании двух глаголов, один из которых выражает основной смысл, а другой дополнительный оттенок — его можно сравнить с русским совершенным и несовершенным видом. Так, например, предложение *Петя сылыкланен* можно понять как «Петя грустил». Если же использовать сложный глагол и сказать *Петя сылыкланен колтыш*, то фраза будет значить «Петя **за**грустил». Вообще глагол *колташ* имеет значение «посылать», и дословно горномарийское предложение переводится как «Петя грустил послал», так как смысловой глагол («грустить») в таких конструкциях всегда имеет форму деепричастия, а по временам, лицам и числам меняется дополнительный, так называемый лёгкий глагол («посылать»).

# Ы

Эта буква есть только в горномарийском алфавите, созданном на базе кириллицы. Была введена в 1929 году (до этого использовался немного другой символ). Гласный звук, который обозначает эта буква, встречается и в некоторых других языках. Если не вдаваться в детали фонетики, этот звук напоминает «и», но более краткий — как первый гласный в словах «меловой» и «передовой».

# Ӑ

Другая редкая буква расширенного кириллического алфавита. Звук, обозначаемый этой буквой, встречается в некоторых диалектах саамского и хантыйского языков. Произносится как нечто среднее между «а» и «э» и напоминает немецкий «а умлаут», как в слове Käse.



ГОРНЫЕ ЧЕРЕМИСЫ, КУРУКЪ-МАРИ, ТИЛЬ ЖЕНЩИНЫ.

№ 4.

С присоединением лёгких глаголов может получаться и более необычный смысл. Так, горномарийский глагол *шӱндӓш* («сажать, ставить») может описывать полностью завершённое действие, часто с идеей накопления какого-то ресурса — например, с глаголом «колоть»: «Мальчик наколот дрова» (данные Е. В. Кашкина). А если соединить *шӱндӓш*, скажем, с глаголом «пить», то получится «Петя напился».

### Чем ближе к Чувашии, тем зеленее

В горномарийском есть два прилагательных для обозначения синего цвета: *кловой* и *симсӱ*. Первое возникло на основе заимствованного

из русского слова «голубой». Оно изменило своё значение и теперь описывает синий цвет. Слово *кловой* стало настолько распространённым, что вытеснило более старое *симсӱ* (данные А. Сибиревой). Оно, кстати, тоже не исконно горномарийское — было заимствовано из чувашского, где звучит как *симӱс* и обозначает зелёный цвет. В горномарийском слово *симсӱ* может применяться не только к синему, но и к голубому, фиолетовому и даже различным оттенкам зелёного. Согласно предварительным результатам лингвистических экспедиций, есть закономерность: чем ближе к Чувашии живёт носитель языка, тем вероятнее, что *симсӱ* для него — зелёный цвет.

### Переведите-ка на горномарийский

В русском языке при глаголах в повелительном наклонении часто используется частица *-ка*. Её значение не так-то просто определить. Она добавляет непринуждённости, смягчает просьбу: «Дочитайте-ка этот текст до конца». Но употребить её можно лишь при общении со знакомыми людьми, причём говорящий должен быть выше по статусу. Так, лингвисты, работая с горными мари, вряд ли скажут: «Переведите-ка на горномарийский язык это предложение» — слишком фамильярно. Похожие частицы есть во многих языках: тем, кто изучал когда-либо немецкий, знакома частица *mal*. В горномарийском же с глаголами в повелительном наклонении встречаются частицы с ещё более необычным значением. Например, частица *йӓ* вносит попытку «отмены» некоторой ситуации (данные Д. Мордашовой). Допустим, в предложении *Пока мӱньӱ чиём, кӱдежӱш ит пырыйӓ* («Пока я одеваюсь, не входи в комнату») добавить частицу уместно, когда собеседник уже заходит в комнату или оказался в дверном проёме, то есть когда попытка войти в комнату уже предпринята и её надо остановить. Более того, в предложении *Пиштӱдӱйӓ охырам лемӱш!* («Положите луковицу в суп») частица невозможна, если это, например, фраза из рецепта, но вполне уместна, если повар не собирается класть луковицу в суп, а помощники просят его сделать это, ведь иначе суп окажется невкусным. Тогда это будет отменой ситуации «не класть луковицу в суп».

### Собака укусила Петю от руки

В горномарийском языке, в отличие от русского, нет предлогов, но есть послелогов — они стоят после определяемого существительного (например, не «в дом», а «дом в»). Один из таких послелогов, *гӱц*, называется элативным, то есть его основное значение — исходная точка, как



во фразе *шбірғи гыц толаш* («прийти из леса»). Он используется и во многих других контекстах, один из них — выбор из множества: *иктыжы выц тарелка гыц* («одна из пяти тарелок»). Большинство значений этого послелога встречается и в других языках и известно многим лингвистам. Но одно значение — точка контакта — кажется неожиданным, если учесть исходную природу послелога. По-горномарийски можно сказать: *Пи Петям кидшы гыц пырылын* («Собака укусила Петю за руку»), что будет дословно переводиться как «Собака укусила Петю от руки» (данные Т. Давидюк и К. Студеникиной). Таким образом, горномарийский *гыц* сочетает, казалось бы, противоположные значения! Однако если внимательно проанализировать все его употребления, становится понятно, что столь удивившее нас значение происходит от другого, более привычного для показателей элатива — значения выбора из множества. В словосочетании *иктыжы выц тарелка гыц* («одна из пяти тарелок») послелог указывает на выбор одной тарелки из множества. Так и в случае «укусить Петю за руку»: Петя как бы является множеством, с одной из частей (рукой) которого будет осуществляться контакт (укус).

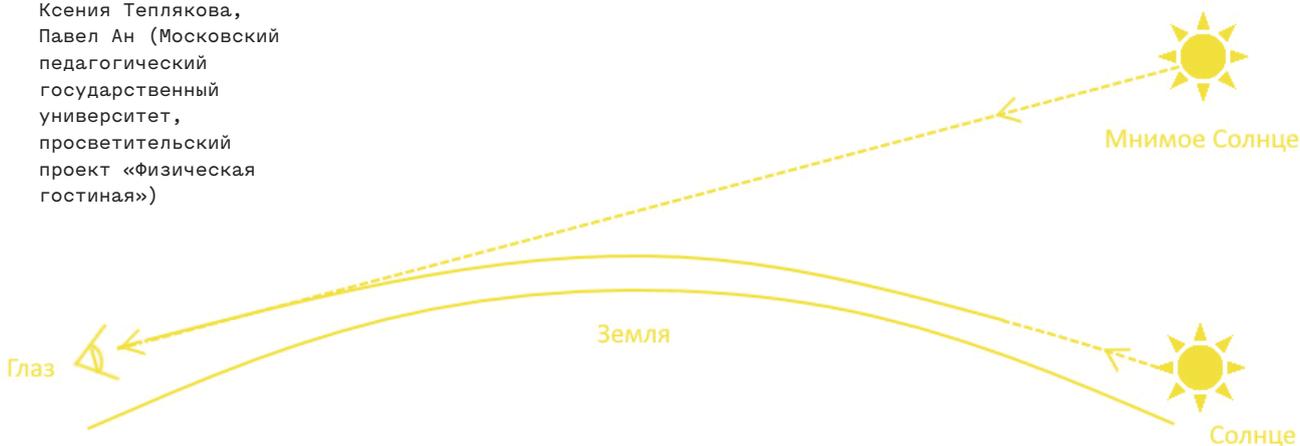
### Наливайте себе сахар, вы в румянном доме

Эта фраза кажется нам странной. Однако горные мари случайно могут так сказать, ведь на их языке слово *цевер* может означать и «красивый», и «румяный». Нет ничего необычного и в призыве «налить сахар»: на горномарийском глагол *опташ* значит и «класть», и «сыпать», и «наливать» (нечто подобное есть в украинском, поэтому не удивляйтесь, если киевская подруга спросит: «Тебе борща насыпать?»). Таким образом, фраза в заголовке означает всего лишь «кладите себе сахар, вы в красивом доме». Всё дело в том, что горные мари — билингвы: они владеют двумя языками, русским и горномарийским, как родными. И из-за этого иногда могут забыть, что в русском, в отличие от горномарийского, у слова нет того или иного значения, смешав тем самым две языковые системы. ^\_^

# Господа, у вас свет искривился

Краткая инструкция, как заставить луч света по дуге ходить

✎ Алла Казанцева,  
Ксения Теплякова,  
Павел Ан (Московский педагогический государственный университет, просветительский проект «Физическая гостиния»)



Можно ли в домашних условиях искривить луч света? Можно. Давайте попробуем. Для проведения этого опыта вам потребуются:

- Лазерная указка (самая обычная).
- Вода.
- Сахар. Чем больше, тем лучше — после эксперимента его можно будет использовать, чтобы сварить варенье или компот.
- Ёмкость. Удобнее всего использовать узкую стеклянную кювету, но она не всегда под рукой, поэтому подойдёт любой прозрачный сосуд. Его размеры определяются только (не) желанием сэкономить сахар — можно и обрезанную пластиковую бутылку взять.
- Терпение и аккуратность (в разумных пределах).

## Шаг 1

Советуем сначала провести предварительный эксперимент.

Наливаем в ёмкость воду, подсвечиваем её через стенки лазерной указкой (если луч не виден, можно добавить каплю молока, но именно каплю). Убеждаемся, что луч света идёт по прямой, в каком бы направлении мы ни светили. Выливаем воду.

## Шаг 2

Кипятим чистую воду (2/3 от объёма ёмкости), наливаем кипяток в термос, начинаем засыпать туда сахар. Периодически закрываем термос и сильно трясём, чтобы сахар растворился. Можно, конечно, размешивать сахар ложкой в кастрюле с кипятком, но делать это следует очень аккуратно, чтобы не ошпариться. Сахар разводится в воде из расчёта 1 кг на 1 л.

## Шаг 3

Даём жидкости остыть, наливаем её в ёмкость. Затем аккуратно, медленно, небольшой струйкой доливаем сверху обычную воду. Наша задача — сделать так, чтобы вода не особо перемешивалась с раствором (можно даже подставить по ходу струи бумажку, чтобы она смягчила напор). Важно также, чтобы сладкая вода и обычная были одной температуры.

## Шаг 4

Светим лазерной указкой сквозь стенку ёмкости параллельно поверхности воды на небольшой глубине — луч распространяется по прямой. Но стоит нам уйти глубже и посветить лазером под углом к стенке снизу вверх, луч начнёт изгибаться.

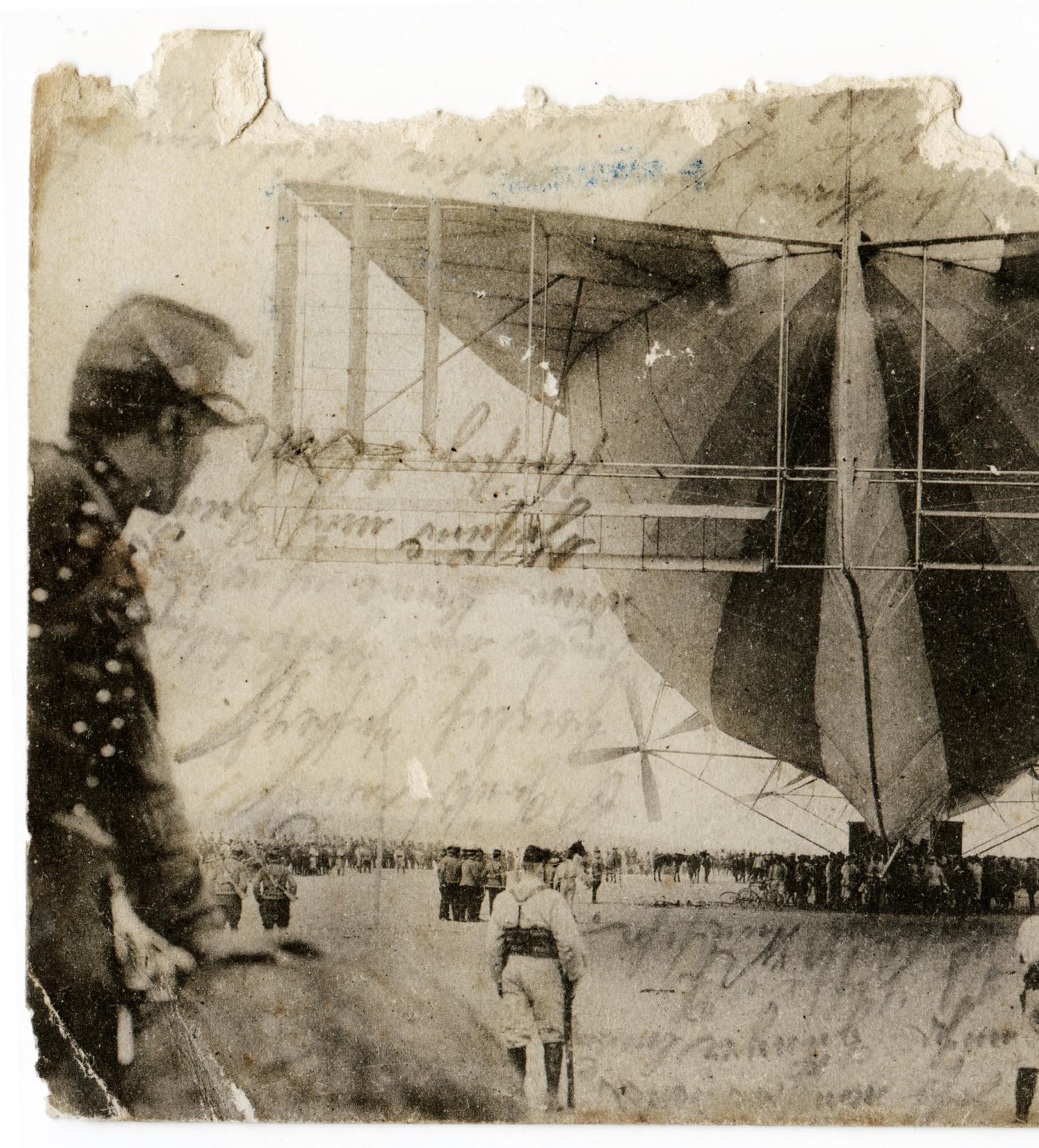
## Объяснение

Такое странное поведение луча связано с тем, что жидкость в сосуде неоднородная: насыщенный раствор сахара плотнее воды, которую мы аккуратно налили сверху. В результате диффузии происходит выравнивание плотности, но процесс это небыстрый, поэтому в нашей экспериментальной ёмкости получился градиент плотности раствора: она возрастает в направлении от поверхности вниз. В неоднородной среде траектория светового луча не прямолинейная. Переходя из слоя в слой, свет преломляется — постепенно изменяет своё направление. Это явление называют рефракцией.

Этот же механизм лежит в основе миражей. Вот представьте: жарким днём вы едете на машине или велосипеде по асфальтовой дороге и видите впереди лужу, в которой отражаются придорожные деревья. Подъезжаете ближе — нет, сухо. Это был мираж, аналогичный миражу «вода в пустыне».

Но какое отношение имеет искривление световых лучей к миражам? Дело в том, что видение — это работа не только глаз, но и мозга. А мозг привык иметь дело исключительно с прямыми лучами: пришёл сигнал сверху — источник тоже сверху, снизу — значит, и источник где-то под ногами. Дуга же ломает этот шаблон: картинка с небом простирается куда-то вдаль, а над поверхностью земли — вблизи разогретого асфальта — начинает искривляться (плотность горячего воздуха меньше, чем более холодного воздуха наверху). Свет будто не падает, а скачивается с гиперболической горочки. Вот мозг и трактует это как отражённое от асфальта небо. Наверное, там лужа, что ж ещё.

Солнечный диск, на закате касающийся горизонта, — это тоже мираж! На самом деле солнце уже зашло, но его лучи, проходя через атмосферу переменной плотности, изгибаются, достигая наших глаз из-под горизонта, и мы видим солнце выше, чем оно есть на самом деле.



# Мегafaуна ЭПОХИ ВОЗДУХОПЛАВАНИЯ

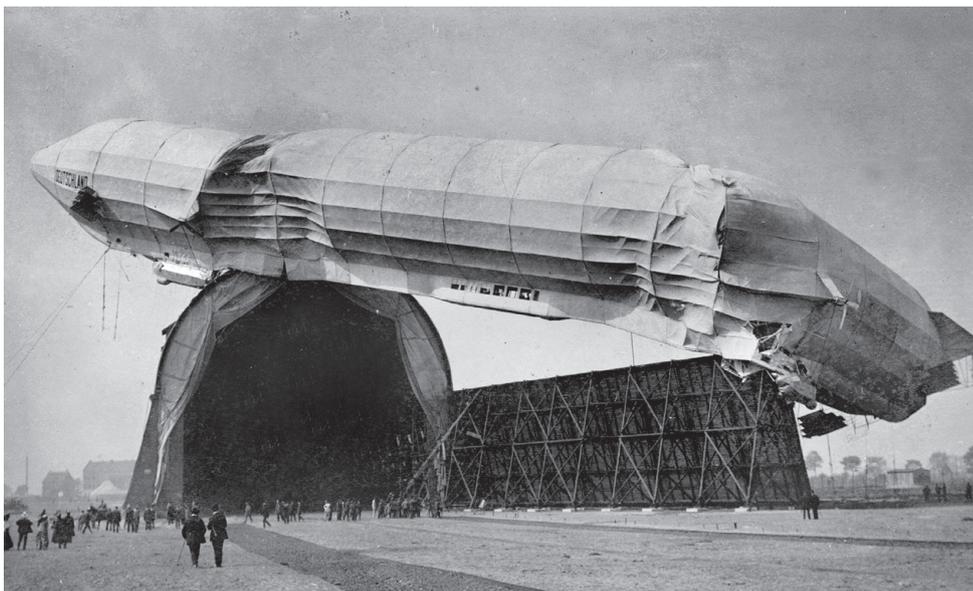
*Сто лет назад  
небо ещё  
принадлежало  
гигантам*

✍ Артём Чернов

«Последние цеппелины 30-х годов... можно смело сравнить с атлантозаврами и бронтозаврами мелового периода, — писал Станислав Лем в „Сумме технологии“, в главе о сходстве эволюции организмов и механизмов. — Управляемый воздушный шар перед лицом угрозы со стороны аппаратов тяжелее воздуха явил „гигантизм“, столь типичный для предсмертного расцвета вымирающих эволюционных ветвей».

Почтовая открытка времен Первой Мировой. Внезапное приземление немецкого дирижабля Zeppelin IV LZ 16 на плацу французской кавалерии в Люневилле (Лотарингия), апрель 1913 года. Немцы объясняли посадку навигационной ошибкой и необходимо было пополнить запас горючего, но историки не исключали, что это была провокационная демонстрация силы нового оружия на спорной территории в преддверии войны. Во время WWI этот цеппелин LZ 16 вёл разведку над Восточной Пруссией и принимал участие в бомбардировке Варшавы

E. Bastren, lib.-édit, Lunéville



Гибель одного из ранних немецких дирижаблей Deutschland II (LZ 8), которого порывом ветра ударило о стену ангара 16 мая 1911 года в Дюссельдорфе. Пострадавших в инциденте не было. Дирижабль до этого за 3 месяца совершил 24 платных пассажирских рейса общей протяженностью 2379 км

Примитивные, мелкие, хрупкие, но зато юркие и дешёвые самолёты первых поколений сыграли ту же роль могильщика титанов, что и первые млекопитающие. Гиганты в обоих случаях оказались тупиковой ветвью. Их вытеснила мелюзга.

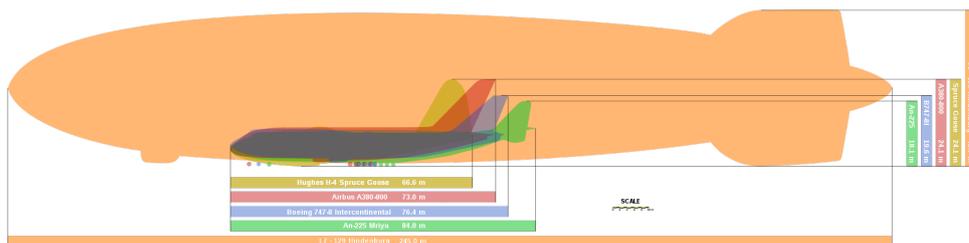
Впрочем, беглое знакомство с историей золотого десятилетия дирижаблей наводит на мысль, что тупик не был предопределён одним лишь развитием технологий. Причастны оказались и политика, и массмедиа, и просто случайность.

Отработав технологию ещё до и во время Первой мировой, в мирные годы аккуратные и упорные немцы успешно и без громких аварий эксплуатировали свои громадные дирижабли, построив их более сотни. Несколько флагманов этого флота

выполнили в сумме около тысячи перелётов через Атлантику, перевезли несколько десятков тысяч пассажиров. Возили трансконтинентальную почту. Совершали дальние перелёты в тропиках и в Арктике (в разной плотности воздуха — разные плотности пилотирования). На цеппелинах были даже сигарные

комнаты — и это на борту аппарата, наполненного водородом! Это страшней, чем курить на бензозаправке. Но немцы обшивали курилки асбестом, делали в них одну на всех электрозажигалку, избыточное давление и воздушный шлюз (!), а у пассажиров отбирали спички ещё у трапа. И курили — не нервничая.

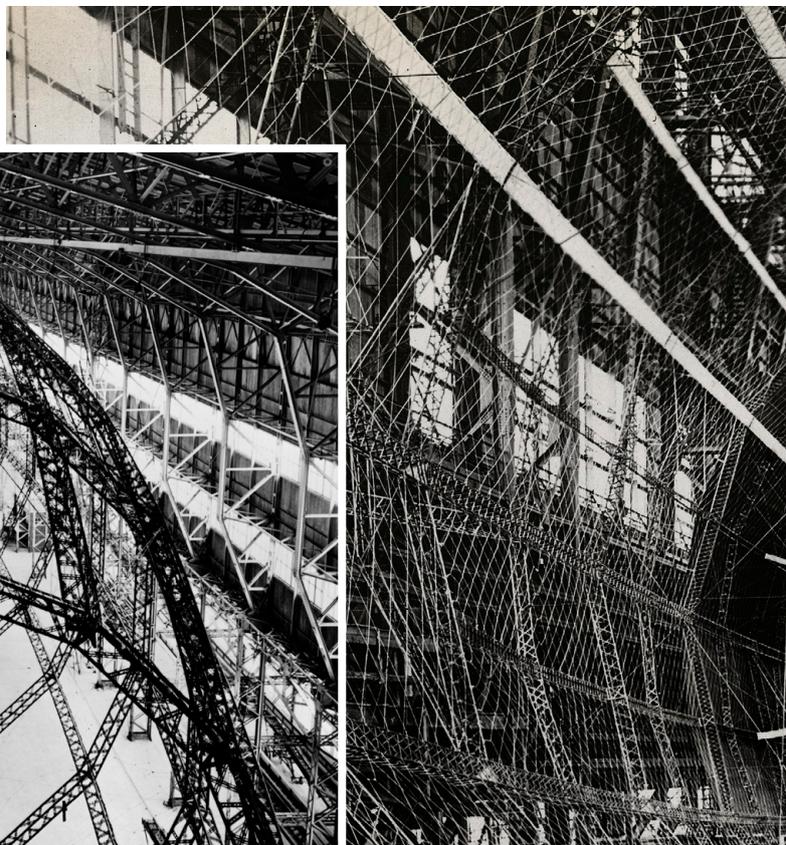
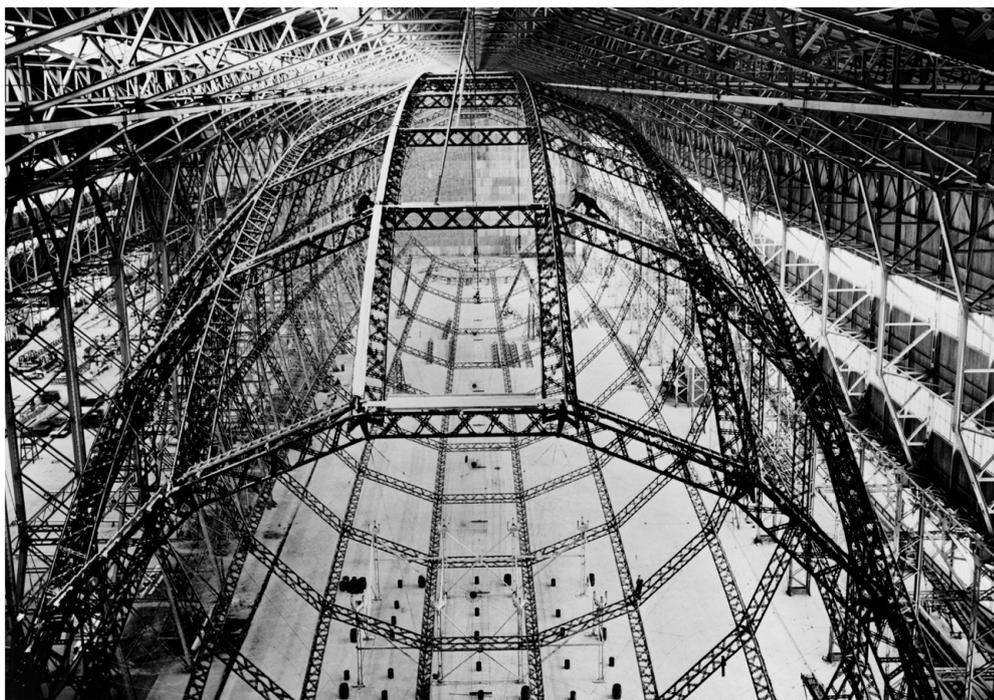
В полёте ужинали за изящно сервированными столиками, музицировали под рояль, выходили на балкончик у моторной гондолы посмотреть вниз на облака и спали в двухместных каютах. И всё это в многодневных полётах над Атлантикой, над морем Лаптевых или даже над Амазонкой. «Мы сожалеем, что вместо ванн можем предложить почтенным пассажирам лишь душ» — видели бы они салоны трансатлантических авиалайнеров через 80 лет! Где коленки в подбородок и за курение — расстрел.





Водители припарковываются на краю автобана, чтобы наблюдать за посадкой дирижабля LZ 129 Gindenbug летом 1936 года

Строительство  
дирижабля Shenandoah  
на авиабазе ВМС  
в Лейкхёрсте,  
штат Нью-Джерси, США,  
примерно 1922 год

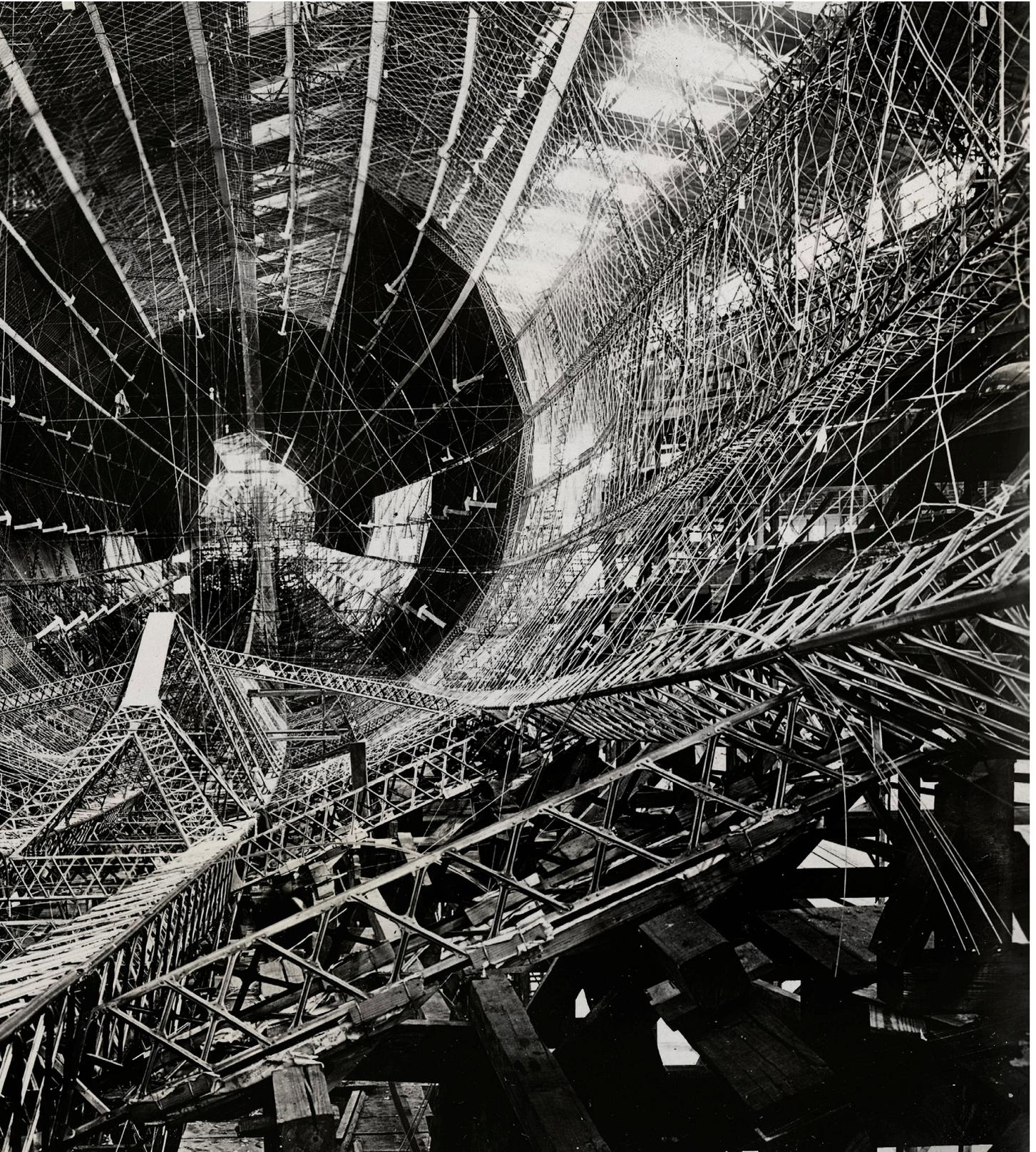


Строительство  
британского дирижабля  
R100, ставшего  
крупнейшим в мире  
в 1929 году



Но рано или поздно водородный дирижабль должен был взорваться. Случайность, халатность, молния, диверсия конкурентов: летающий мегагазгольдер — весьма уязвимая вещь. Если водород не заменить на негорючий гелий.

Гелий в 1930-е годы уже всюду производили в США, а вот в Германии его в нужном количестве делать не умели. Американцы с энтузиазмом взялись строить собственные цеппелины: их самые амбициозные проекты «Акрон» и «Мейкон» не уступали «немцам» в размерах и мощи. Они даже интегрировали в себя эволюционных конкурентов: маленькие истребители-бипланы стартовали прямо из-под брюха гиганта со специальных подвесов — их тестовые полёты прошли успешно.



Интерьеры пассажирских помещений дирижаблей Zeppelin (1929-1933) и Gmdenburg (1936)

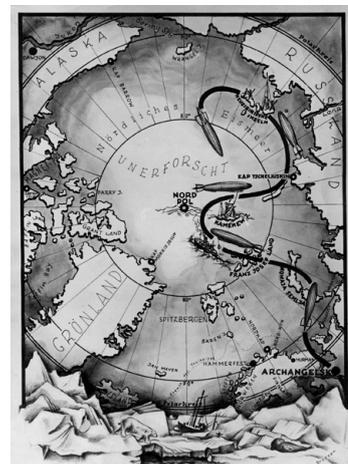


Экипаж ремонтирует обшивку LZ-127 Zeppelin после шторма над Атлантикой в полёте в Рио-де-Жанейро, 1934 год





Но ни Штатам, ни Англии (где отгрохали дирижабль R-101 чуть ли не с танцполом на борту) не удавалось то, что так хорошо умели немцы — водить гиганты аккуратно, с умом и строжайшим образом соблюдая дисциплину. Фатальные ошибки в управлении в нестандартных ситуациях преследовали и англичан, и янки. Их гиганты рушились с неба.



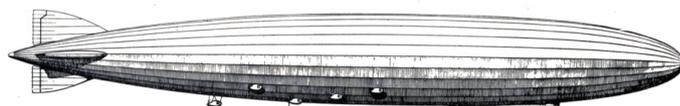
Маршруты полётов дирижабля LZ-127 Zeppelin в Арктику, Южную Америку и вокруг света

А немцам гелий так и не достался из-за Гитлера, которому никто его не хотел продавать (и трудно упрекнуть за это будущих союзников СССР во Второй мировой). Вот почему в 1937-м немецкий воздушный флагман «Гинденбург» (спроектированный под гелий, но довольствовавшийся водородом) величественно взорвался перед объективами репортёров. И массмедиа планеты растражили кадры, «изменившие мир». По сути, ветвь гигантов техноэволюции под корень обрубили именно фотожурналисты. Хотя конкуренты-аэропланы и лично Гитлер, конечно, тоже причастны.



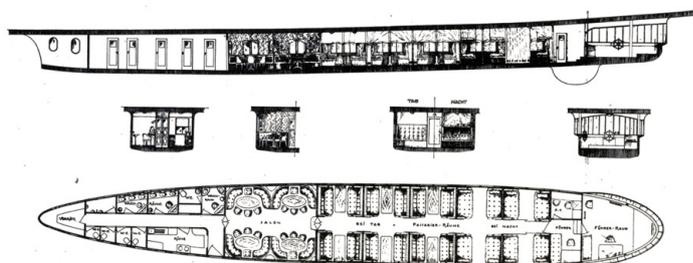


Немецкий дирижабль  
LZ 120 Bodensee,  
примерно 1919 год

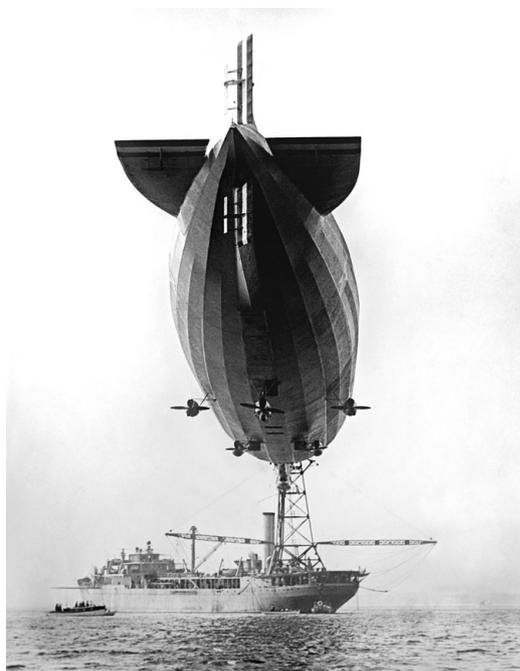


135,000 Cubic Meter Fast Passenger Zeppelin.  
For long distance passenger and mail service.

Схема LZ 127 Zeppelin



Хвостовая рубка управления дирижабля USS Akron, примерно 1933 год



Дирижабль USS Shenandoah, пришвартованный к кораблю-причалу USS Patoka, США, 1924 год



С тех пор минуло 80 лет. Давайте мысленно пройдем по коридорам цеппелина, летящего через Атлантику. Вдохнем запах обивки, дерева и металла, ароматы из камбуза, солёный ветер из приоткрытого окна в салоне для отдыха. Почувствуем лёгкую дрожь палубы, под которой пустота на километр вниз, до самых волн. Коснёмся крышки рояля. Заглянем в кабину к пилотам — она тут размером с капитанский мостик морского корабля, со штурвалом и огромными окнами от пола до потолка. Экономили на весе, но не на объёме, инженеры ещё не видели смысла в тесноте.

Спустимся на этаж ниже: здесь живёт экипаж и сложена почта. Вернёмся наверх, к себе в каюту, накинём что-нибудь потеплее из чемодана под койкой и отправимся подышать морским воздухом по техническим коридорам внутри 240-метрового корпуса, способного вместить чуть ли не Нотр-Дам (без колоколен). Откроем дверь в металлическом боку и выйдем наружу, на решётчатый мостик над пропастью — в поток ледяного ветра. Как в мультике Миядзаки. Главное — крепко держаться за перила. По специальным лестницам можно даже вылезти на выпуклую

Инженер идёт  
к гондole двигателя  
LZ 129 Gindenburg  
в полёте над Боденским  
озером



«спину» летящего диплодока. Но это не для пассажиров, конечно. А нам пора в ресторан — быть может, удастся перекинуться парой фраз с той дамой из номера 12-б. «Вы не курите? Я тоже. Мы с вами счастливики — не надо выворачивать карманы!» — «А не правда ли, здесь совсем не качивает?»

Представьте, как этот двухэтажный стимпанк-отель в брюхе водородного колосса три дня плывёт по воздуху, перемещаясь между континентами. И, я уверен, у вас перехватит дыхание. «Неужели это было реальностью?» Обрубленная ветвь эволюции, кажется, всё ещё чуточку ноет в нас фантомной болью. Как детская мечта о летающем корабле.

Жаль, ни от одного из них не сохранилось, кажется, даже гондолы. Только эти фотографии. ^\_^



Гибель дирижабля  
Hindenburg  
6 мая 1937 года

# ЁГЭ

## Сдаём экзамен по глазированным сыркам

✎ Амина Алимурзаева, Карина Аржановская, Ульяна Боровкова, Екатерина Катаранчук, Ева Миллер, Ксения Рыжкова, Елизавета Савельева, Ангелина Скобелева, Иван Смирнов, Анна Яковлева, (корпункт «КШ» в Ханты-Мансийском автономном округе в рамках проекта «Читайбург»)

Куратор: Мария Горбатова (корпункт «КШ» в Санкт-Петербурге)

● В процессе создания теста авторами было съедено 84 сырka. Из них 18 — с варёной сгущёнкой.

Глазированные сырki — любимое лакомство многих ещё с детства. Кто-то любит их за изысканное сочетание нежного творога и медленно тающего во рту шоколада, кто-то за разнообразие вкусов. Вывод один: **мало кто может противиться великой притягательной силе сырков.** А если нам что-то нравится, мы хотим узнать об этом больше, верно? Тогда скорее за ЁГЭ — пройдя тест, вы сможете не только подтянуть школьные знания, но и узнать много интересного об этой вкуснейшей из сладостей — глазированном сырке.

**1.** Уверены, что если бы во времена Александра Блока уже существовали глазированные сырки, то его стихотворение «Опять с вековой тоскою» могло бы звучать так:

*Опять с вековой тоскою  
Пригнулись к земле ковыли,  
Опять за туманной рекою  
Мы вкусные ели сырки...*

Какой художественный приём используется в этих сладких строках?

- А. Литота
- Б. Звукопись
- В. Оксюморон
- Г. Анафора

**2.** На уроке десятиклассникам дали задание зашифровать слово «СЫРОК» одним из четырёх способов. Макс Исаев использовал шифр перестановки. Какой набор букв получился у мальчика?

- А. ПОРЫС
- Б. РЫСКО
- В. ХЗСЧО
- Г. CSHJR

**3.** В холодильнике у гражданки Сидоровой припасены четыре ванильных сырка, два клубничных и пять шоколадных. Перед сном Сидорова сознательно съела один ванильный сырок. Ночью, не просыпаясь, она дошла до холодильника и под-сознательно взяла оттуда ещё один. Какова вероятность того, что ей выпал клубничный сырок?

- А. 0,3
- Б. 25%
- В. 0,2
- Г. 2

**4.** Продолжим тему шифров. Группа разведчиков получила задание выкрасть из генерального штаба противника секретный сырок. Важно добыть сырок с определённой начинкой, а она зашифрована с помощью кода. Код начинки такой:  $(.)..().(.)$ .  $(.(($ , а ключ к этому коду: Ш —  $(.)$ ; Н —  $(.)$ ;  $($  В —  $(.)$ ; Я —  $(.(($ ; И —  $(.)$ ; О —  $(.)$ ; Л —  $(.)$ . Е —  $(.(($ ; Р —  $(.)$ ; А —  $(.(($ ; Ь —  $(.$  Разведчики справились с задачей. Рискуя жизнью, они выкрали у противника сырок. Что было у него внутри?

- А. Ваниль
- Б. Вино
- В. Вишня
- Г. Варенье

**5.** Внутри сырка — творог, а в твороге много фосфора. Вот несколько высказываний об этом элементе:

1. *Около двухсот минералов содержат фосфор, наиболее распространённый из которых — апатит*
  2. *В состав ДНК фосфор обязательно входит*
  3. *Любой фосфор в небольших дозах безопасен для человека*
- Какое из них верное?

- А. Никакое
- Б. Все
- В. Только 1
- Г. Только 2
- Д. Только 3
- Е. 1 и 2
- Ж. 1 и 3
- З. 2 и 3



**6.** Согласно ГОСТу доля жиров в творожных сырках может достигать 26%, что делает этот десерт страшным сном для худеющих. До какого вещества (веществ) расщепляются эти жиры в желудочно-кишечном тракте смельчаков, решивших пожертвовать фигурой?

- А. Глюкозы
- Б. Аминокислот
- В. Белков
- Д. Глицерина и жирных кислот

**7.** У многих из вас любимой частью сырка является не творог, а другая его важная часть — шоколадная глазурь. Как бы привычно ни звучало слово «глазурь», это заимствование. А что означает исходное немецкое понятие?

- А. Стекло
- Б. Удовольствие
- В. Сахар
- Г. Оболочка
- Д. Шоколад

**8.** Пятнадцатилетняя девочка Катя решила стать бизнесменом и открыть своё ИП по производству глазированных сырков. Сможет ли она сделать это на законных основаниях?

- А. Конечно сможет!
- Б. Сможет, если только мама с папой разрешат
- В. Не сможет, нужно подождать до 16 лет
- Г. Не сможет, нужно подождать до 18 лет

# Ответы

За каждый правильный ответ начисляйте себе 1 балл.

## ВОПРОС 1. ОБ АЛЕКСАНДРЕ БЛОКЕ

Правильный ответ: Г (анафора).

Какой же художественный приём позволит нам выразить чувства к сыркам? С помощью литоты мы их приуменьшим, через звукопись — будем повторять звуки, благодаря оксюморону — сочетать несочетаемое. А вот анафора — это повторение слов или фраз в начале строк. В первой и третьей строках у нас повторяется слово «Опять». Вот и мы опять и опять заявляем о нашей любви к глазированным сыркам.

## ВОПРОС 2. О ШИФРАХ

Правильный ответ: Б (РЫСКО).

Удалось почувствовать себя шпионом, то есть разведчиком? Шифр перестановки — тот, при котором для получения шифрограммы символы исходного сообщения меняют местами. РЫСКО — это тот же самый СЫРОК, только буквы расположены в другом порядке. А вот остальные слова как ни крути, сырка не получишь!

## ВОПРОС 3. О БЕССОЗНАТЕЛЬНОМ СЫРКЕ

Правильный ответ: В (0,2).

Дорогой друг, запомни, что вероятность события рассчитывается по формуле: благоприятное событие ÷ количество возможных событий. Благоприятное событие — это количество клубничных сырков, их два. Всего сырков было  $4 + 2 + 5 = 11$ . После того как один был съеден, сырков осталось 10. Соответственно, вероятность вытащить его  $2 ÷ 10 = 0,2$ . Редакция на всякий случай предупреждает: есть по ночам не очень полезно.

## ВОПРОС 4. О СЕКРЕТНОЙ НАЧИНКЕ СЫРКА

Правильный ответ: В (вишня).

Попробуем понять логику наших разведчиков. Первый символ отгадывается довольно легко: «В», ведь похожей шифровки нет у других букв. Далее можно запутаться, так как знаки букв «О» и «И» похожи, но если заглянуть чуть дальше, то легко определить букву «Ш». Становится ясно, что правильный ответ — вишня.

## ВОПРОС 5. О ФОСФОРЕ

Правильные ответ: Е (верны высказывания 1 и 2).

Фосфор бывает разных модификаций: белый, красный, жёлтый, чёрный. Тот, который жёлтый, — страшный яд, смертельной может быть десятая доля грамма. Остальные высказывания верны. Да, фосфор входит во многие минералы. Самый известный из них — апатит, который схож по составу с основой наших костей и зубов. И фосфор очень важен для организма, без него у нас не было бы ни скелета, ни генов, но энергии в клетках. Так что своим существованием мы обязаны в том числе и сырку, в котором творог, в котором фосфор.

## ВОПРОС 6. О ЖИРАХ

Правильный ответ: Г (жиры расщепляются до глицерина и жирных кислот).

Белки, жиры и углеводы — слова, знакомые каждому. В организме белки расщепляются до аминокислот, углеводы — до глюкозы, а вот жиры расщепляются до глицерина и жирных кислот. Полученное знание хоть и не облегчит муки совести отважным любителям сырков, но даст им почву для размышлений на любимую «сладкую» тему.

## ВОПРОС 7. О ГЛАЗУРИ

Правильный вариант: А (стекло).

Хотя в глазури, которой покрыт сырок, действительно много сахара, она безусловно приносит удовольствие и, конечно, представляет собой оболочку, чаще всего шоколадную, слово это произошло от немецкого Glasur, производного от Glas — стекло. Так называли не только сладкий сироп, но и покрытие на керамических изделиях, закреплённое обжигом. На правильный ответ может натолкнуть созвучие с английским glass, которое также переводится как стекло. Борцам за правильность языка надо запомнить, что сладости «глазИрованные», а керамика — «глазУванная». А ещё — возможно, от того же самого древнего корня происходит и русское слово «глаз», но это не точно.

## ВОПРОС 8. О СЫРКОВОМ БИЗНЕСЕ

Правильный вариант: Б (сможет, если мама с папой разрешат).

Согласно российскому законодательству, ИП можно открывать с 14 лет. Но для этого нужно собрать кучу документов, включая разрешение от родителей. Подробнее об этом девочка Катя может прочитать в подпункте «з» пункта 1 Статьи 22.1 ФЗ № 129 «О государственной регистрации юридических лиц и индивидуальных предпринимателей». Пожелаем Кате удачи!



## ПОДВЕДЕМ ИТОГИ ~~~~

**6–8 баллов.** Вы сырковый гений! С такими результатами вас возьмут на бюджет в Российский государственный университет сыркоделия и глазированности.

**3–5 баллов.** Тоже неплохо. Но всё-таки стоит поднять свой уровень эрудиции. Рекомендуем изучить классические научные работы вроде «Глазированные сырки в контексте новой парадигмы теории струн», «Сырки и сингулярность» и «Гносеология ванильного сырка».

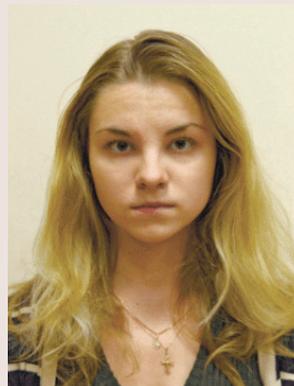
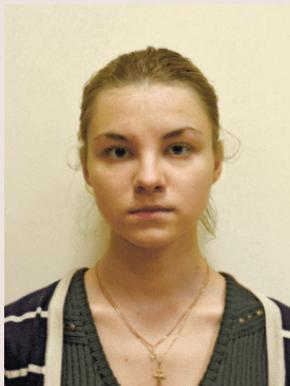
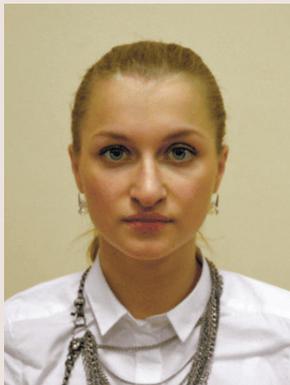
**0–2 балла.** Не расстраивайтесь! Вы просто устали. Думаем, пара сырков поможет восстановить силы, и вы пройдёте тест более успешно.

# Женские лица: улыбающиеся и нейтральные ☺ / ☹

Распущенные  
волосы повышают  
интеллект.  
Точнее — его  
внешнюю оценку

✍ Григорий Тарасевич ^  
(при поддержке кор-  
респондентского пункта «КШ»  
в Санкт-Петербурге)

Наш журнал продолжает  
выдвигать российских  
кандидатов на Ig Nobel  
Prize (Игнобелевская  
премия, она же  
Шнобелевская). Награда  
вручается за научные  
достижения, которые  
могут вызвать улыбку.  
Это вовсе не означает,  
что лауреаты сделали  
что-то глупое. Скорее,  
речь идёт о возможности  
представить исследование  
в комическом контексте.  
А иногда Шнобель и вовсе  
становится прологом  
к Нобелевке. Так, Андрей  
Гейм сначала получил  
шуточную премию за леви-  
тирующую лягушку,  
а потом — главную  
научную награду  
за открытие графена



Морошкина Н.В., Иванчей И.И., Тихонов Р.В., Карпов А.Д.,  
Овчинникова И.В. Разработка и апробация «Российской  
базы нейтральных и улыбающихся женских лиц (RuNeS  
Faces)» // Экспериментальная психология. 2018. Том 11.  
№ 2. С. 34–49.

**Номинация**

Психология

**За что**

За разработку и апробацию российской базы нейтральных и улыбающихся женских лиц и дополнительное подтверждение корреляции между умом и красотой

**Кому**

Группе учёных факультета психологии Санкт-Петербургского государственного университета и 55 героическим студентам

● Так уж устроен наш мозг, что большую часть информации о человеке мы получаем, глядя на его лицо. При этом для предварительных выводов достаточно долей секунды.

● Только не надо подозрений в гендерной дискриминации! Наверняка выбор девушек в качестве объекта для съёмки связан с тем, что на психфаке проще найти добровольцев этого пола. Надеемся, что скоро появится база данных и с юношами. А может, она уже появилась, только публикация пока не вышла.

Каждому учёному для эксперимента нужен инструмент. Физикам строят ускорители, астрономам — телескопы. Биологам подавай пробирки с реактивами, микроскопы, мышей. Психологи тоже занимаются наукой. И им необходим качественный материал для экспериментов.

Наверняка вы хоть раз читали новости в духе: «Выведена формула женской привлекательности!» Не будем придираться к заголовку: вполне возможно, за ним скрывается нормальное научное исследование. Интереснее другое — как проводился эксперимент. Обычно это происходит так: испытуемым показывают фотографии и просят оценить привлекательность, ум, возраст, доход или какой-то ещё показатель, который нужен учёным, исследующим **межличностное восприятие**.

А откуда взяты эти портреты, что это за люди? В отечественных исследованиях обычно используют фотографии из западных баз данных либо специально фотографируют коллег и знакомых. Оба варианта не очень удачные. Если брать иностранные фото, то корректности исследования будут мешать межкультурные и межнациональные различия. А если использовать собственные фотографии, то эксперимент невозможно будет воспроизвести, ведь стимульный материал у каждого учёного свой.

За решение проблемы взялись учёные из Санкт-Петербургского университета. Они создали «Российскую базу нейтральных и улыбающихся **женских** лиц (RuNeS Faces)»: *«Нами была произведена фотосъёмка 55 девушек в возрасте от 17 до 27 лет, обучающихся на факультете психологии СПбГУ и давших согласие на фотосъёмку и последующее использование фотографий в исследованиях. Каждая модель была дважды сфотографирована анфас с нейтральным выражением лица: один раз — с распущенными волосами, один раз — с собранными волосами. Исключение составили пять моделей с короткой стрижкой, которые были сфотографированы*

*только с одним типом причёски. Таким образом, было получено 105 погрудных фотопортретов... Помимо этого, каждая модель была сфотографирована ещё два раза: один раз — с улыбкой и с распущенными волосами, один раз — с улыбкой, но с собранными волосами».* Создание базы не ограничилось просто фотографированием девушек. Для всех портретов были подсчитаны показатели морфометрии лица, например расстояние между зрачками, отношение ширины лица к его высоте, сердцевидность формы головы и так далее.

Но и это не всё. Учёные набрали ещё добровольцев, на этот раз обоих полов и не знакомых ни с одной из моделей. Их попросили на основании фото оценить интеллект и привлекательность девушек. Результаты оказались аналогичны тем, что получали зарубежные психологи. Оценка IQ положительно коррелировала с оценкой привлекательности. То есть тот, кто кажется умным, кажется ещё и симпатичным. Кроме того, выяснилось, что *«девушки с длинными распущенными волосами в среднем получают чуть более высокие оценки привлекательности и интеллекта».* А вот броский стиль — яркий макияж, глубокий вырез, крупные украшения — способствовал снижению оценок интеллекта. ^\_^

X

**ЕСЛИ СЕРЬЁЗНО...**

На самом деле работа питерских психологов важная, полезная и в каком-то смысле пророческая. База данных была создана ещё в 2018 году. Уже тогда авторы отмечали: «Всё большую роль играют социальные сети, получившие широкое распространение благодаря интернету. И здесь первое впечатление, сформированное при восприятии часто весьма низкокачественного фотоизображения лица человека, становится основным посредником в его общении с другими людьми». Тогда учёные ещё не знали, что 2020 год станет годом «лица в окошке», ведь пандемия сделала мессенджеры и видеоконференции основным способом коммуникации.

# Почитаем о рыбках и китообразных



Название:  
*Красноречие сардинки.  
Невероятные истории  
подводного мира*

Автор: *Билл Франсуа*

Издательство: *АСТ: CORPUS*

Перевод:  
*Наталья Добробабенко*

Очень трогательная книга. Автор — совсем молодой (ему ещё нет тридцати) французский учёный. Изначально он увлекался лодками: подводными, рыбацкими, транспортными — всякими. Увлечение перешло в серьёзное занятие гидродинамикой, а уже с неё он переключился на рыб. И написал диссертацию на тему «Механика жидкости, применяемая к плаванию косяками рыб». Но не подумайте, что в книге вас ждут термины и формулы. Наоборот! Это лирическое произведение о подводной жизни, напоминающее записки натуралистов советских времён. Некоторые фрагменты хочется читать вслух, как стихи. Подозреваем, что особо впечатлительные читатели после этой книги уже не смогут смотреть на суши или сельдь под шубой теми же глазами, что и раньше

## Из главы «Мир без тишины»

...Опустив голову в море в первый раз, вы обращаете внимание на странный звук. Что-то вроде смеси звуковых помех, рокота и дребезжания, как будто слух неожиданно утратил чёткость. Но стоит поднять над поверхностью голову с залитыми водой ушами, и вы тут же решаете, что на самом деле ничего не слышали, что человеческие уши не приспособлены для слушания под водой, а вся эта какофония вам просто почудилась. На самом деле наши уши отлично работают под водой. И только что вы слышали голос моря и его первую историю. В ней смешались сразу все истории, которые рассказывает море. Море полно звуков, их в нём ещё больше, чем в нашей воздушной среде. Звук — это вибрация материи. Вода плотнее воздуха и потому лучше вибрирует и, соответственно, лучше переносит звук. В воде он проникает дальше, чем свет, и преодолевает многие километры, не затихая.

Поэтому голос моря состоит в том числе из звуков, источники которых нам не видны. Отдыхая на пляже, мы даже не догадываемся о существовании этих звуков, протягивающих ниточку между нами и теми, кто издаёт их где-то вдали. Бормотание в наших полных воды ушах — это суп из шумов. Многочисленные голоса перемешаны в нём наподобие измельчённых овощей в супе-пюре. Мы различаем отдельные ноты, словно составляющие аромата духов, из звуков собираются композиции, которые неожиданно всплывают, а потом так же неожиданно улетучиваются. Как разные инструменты оркестра, каждый голос моря имеет свою высоту и длину волны и в этом диапазоне распевает свой рассказ. Смесь звуков разной высоты образует сбивающий с толку шум, который, как кажется, наполняет наши уши, не пытаясь, впрочем, их затопить. Океанологи, специализирующиеся на акустике, называют его шумовым фоном моря.

Вслушаемся в него. Сначала мы слышим басы. Море рокочет и гремит, напоминая храп. Этот шум самый интенсивный под водой, он — эхо стихий: волн, разбивающихся о берег, ветра, гуляющего по поверхности моря, а также Земли и её капризов. В храп вплетается треск полярных айсбергов, звуки сейсмических толчков вблизи океанических хребтов, дыхание дальних штормов. Отзвуки этих катаклизмов долетают издали. Они низкие, утомлённые дальней дорогой и образуют фоновое сопровождение морского оркестра. А ещё слух ловит что-то вроде погребного треска маракасов: это звуки дождя, пузырьков пены на поверхности, встречи газообразной и жидкой сред. Заодно различается долгое скрипичное вибрато, которое распространяется на десятки километров: это скрежет судовых двигателей, шум металла, свист корабельных винтов. Дороги в море такие же шумные, как привычные нам автостреды, но простираются гораздо дальше. Проплывающий контейнеровоз производит под водой не меньше шума, чем взлетающий самолёт. Более мелодичные распевы тщетно

пытаются перекрыть этот грохот. Можно уловить нечто похожее на посвисты флейт или труб — эхо китовых голосов.

Музыка моря полна смысла, к расшифровке которого наука только приступает. В ней есть любовные песни, колыбельные, убаюкивающие китят, застольные гимны сельдей, сопровождающие их пирушку. А некоторые мелодии, судя по всему, исполняются просто ради наслаждения музыкой.

Хотя пение китов зачастую сложно чётко различить, их голоса составляют значительную часть шумового фона во всех океанах. Потому что киты общаются через моря и умеют делать это так, что их слышно на огромном расстоянии. Они создали собственный подводный телефон, чтобы переговариваться друг с другом на дальних дистанциях.



Финвал — один из видов китов. Занимает второе место среди самых крупных животных планеты, уступая лишь своему близкому родственнику — синему киту. Масса одного финвала может достигать до 70 тонн, то есть одна такая зверюга весит столько же, сколько тысяча человек средней упитанности. — Прим. «КШ».

**Финвалы**, или обыкновенные полосатики Средиземного моря, судя по всему, используют такой телефон (учёные называют его глубинным звуковым каналом), чтобы исполнять серенады и назначать свидания, причём на расстояниях больше двух тысяч километров друг от друга. Только если окажешься в нужном месте и если к тому же повезёт, удастся чётко различить мелодии китовой песни, потому что эти звуки вплетены в шумовой фон моря и их можно услышать в любом океане, опустив голову под воду. Внимательно слушать океанический шум и анализировать его ноты — одна из методик, с помощью которых специалисты, изучающие китообразных, оценивают размер популяций редких видов китов.

Они используют слух для наблюдения за животными, за которыми не всегда можно наблюдать визуально. Каждый вид китов наделён собственным голосом и имеет свою звуковую волну, как если бы для обсуждения волнующих их проблем был выделен специальный частотный диапазон. В 1989 году гидрофоны поймали в Тихом океане призыв самого одинокого в мире кита. Он исполнил песни, характерные для финвалов, но на частоте 52 герц, что соответствует самой низкой ноте трубы. Это явно более высокий звук, чем у его сородичей, которые общаются на частотах от 10 до 35 герц. Получается, что этот кит разговаривает, поёт и продолжает звать своих соплеменников, десятилетиями не получая ответа. Он одиноко блуждает в безбрежных океанических просторах, и только гидрофоны океанологов из года в год слышат его призывы. Никто не знает, почему у него такой странный голос. Некоторые полагают, что этот кит — гибрид синего кита и финвала, другие считают, что у него генетический порок, кто-то утверждает, что у него врождённая глухота, помешавшая настроить голос. Никому не известно, встречал ли он в безбрежных морях других китов, а если встречал, то что чувствовал, видя их, но не имея возможности с ними поговорить. Никто никогда его не видел, хотя по звукам пения нетрудно отследить его одинокую миграцию. Для людей этот кит существует только в его песне, той самой, которая изолировала беднягу от ему подобных; песне, которую он, не теряя надежды, неустанно исполняет снова и снова в пустынных пространствах океана. В Атлантическом океане есть отдельный вид китов, издающих неидентифицированные звуки, — никто никогда не видел ни одного представителя этого вида. Исследование структуры звуков показало, что эти китообразные входят в семейство клюворылых китов, отличающихся крайней робостью.

Телефонная сеть китов работает благодаря давлению и температуре. В море имеется два слоя воды: прогреваемые солнцем поверхностные воды и глубинные холодные слои. На границе этих двух зон, называемой термоклином, или слоем температурного скачка, температура резко падает. Вы наверняка не раз это замечали во время купания, когда задевали ногой одно из «холодных течений» на глубине. В открытом море феномен усиливается: вода очень быстро теряет двадцать градусов на нескольких десятках метров глубины.

Как раз на этой границе между тёплой и холодной водой звук попадает в ловушку. Поднимаясь к поверхности, он отражается от тёплой воды, поскольку высокая температура ускоряет его распространение, изгибая траекторию звука книзу. Опускаясь, он отскакивает от глубинных вод, где давление выше, и в результате тоже ускоряется, но на этот раз движется по изогнутой вверх траектории. Таким образом, звук оказывается в западне между слоями воды на глубине термоклина. Когда киты поют строго в этом звуковом канале, между тёплым и холодным слоями, их голоса отражаются от границ термоклина и перемещаются по прямой, не теряясь и не затихая, на тысячи километров — точно так же, как свет передаётся по оптоволокну.



Всплывая на поверхность, они не выдувают столб конденсированного пара, так называемый фонтан, а при приближении судов торопятся уйти на глубину. Это странное семейство: редкие представители клюворылых китов, которых иногда удавалось заметить, обладают длинными коричневыми тушами в пятнах и клыками, напоминающими кабаньи. Они охотятся на кальмаров на глубинах до 2900 метров, что является рекордом для морских млекопитающих. В конечном счёте именно голоса этих скрытных животных дали нам больше всего информации об их поведении и позволили лучше их узнать. И даже открыть сам этот новый вид, недоступный пока человеческому глазу! Океан полон таких тайных историй и робких созданий, которым очень хочется рассказать о том, что им известно. Эти пугливые существа хранят в своих одиноких звуках сокровища, но не решаются ими поделиться. На фоне низких звуков морского шума выделяются более высокие голоса. Стоит приблизиться к берегам или рифам, и слышишь настоящую хоровую концерт, в котором участвуют самые разные местные жители. **Это поют рыбы.** Они разговорчивее птиц в лесу и затопляют море своим гамом, причём все исполняют свои партии по-разному.

Чтобы издавать звуки, некоторые рыбы пользуются плавательным пузырьком — наполненным газом мешком, который находится у них в брюшной полости и позволяет держаться в толще воды. Они задействуют пузырь как барабан, словно наевшиеся дети, стучащие кулачками по животу. Все мы когда-то так делали. Постукивая по животу специальной брюшной мышцей, горбыль каркает, групер ворчит, а морской петух хрюкает. Их голоса напоминают сигналы туманного горна, соло на ударных или гудок сирены в телевизионных играх. Некоторые рыбы слышны на берегу, другие тихонько шепчут. Атлантическая треска болтливее пикши или серебристой сайды; песня горбыля звучит ниже, чем у окуня.

Ставрида и солнечный окунь предпочитают более высокие звуки и скрипят зубами, исполняя скрежещущие мелодии. Что до морского конька, то он играет на ксилофоне, почёсывая шею костистыми гребешками на задней поверхности головы, тогда как сом стрекошет, заставляя вибрировать свои шипы. Однако никто пока не сумел определить, за счёт какого гидродинамического механизма скромный бычок, завсегда луж, оставляемых приливом, исполняет свои любовные песни, просто продувая воду через жабры.

Когда над густонаселёнными коралловыми рифами встаёт солнце, уровень громкости рыбьих песен не уступает шуму в баре во время «счастливых часов». Но это пустяк по сравнению с мексиканским горбылём: когда эти рыбы сбиваются в стаи, чтобы начать нерест, громкость издаваемых ими звуков превышает 200 децибел и оглушает проплывающих неподалёку китообразных.

Прислушавшись к шуму моря, омывающего наши берега, первым делом замечаешь потрескивание и дребезжание, что-то вроде похлопываний, многочисленных и хаотичных звуковых вспышки. Это выступают солисты морского оркестра. Дребезжание исходит от закрывающихся морских раковин, от пасущихся на скалах морских ежей, трущихся панцирями о камни, от креветок, пощёлкивающих клешнями...

До начала XX века большинство исследователей были уверены, что рыбы абсолютно глухи и немые. Оказалось, что это совсем не так. Сейчас учёные учатся управлять рыбами с помощью звуков, подобно тому как мы даём собаке команду «Ко мне!» или «Фу!». Это нужно, например, для рыболовства — приманивать добычу. Или наоборот — отпугивать от опасных

объектов, чтоб сохранить рыбы популяции. Кстати, одними из первых такие эксперименты провели учёные из МГУ ещё в 60-х годах XX века: они пытались управлять поведением черноморской хамсы. Сейчас такими исследованиями активно занимаются учёные из Всероссийского НИИ рыбного хозяйства и океанографии. — Прим. «КШ».



Раки-богомолы умеют щёлкать клешнями так сильно и быстро, что вода начинает бурлить и генерирует звук, напоминающий ружейный выстрел, — самый громкий из всех подводных звуков.

Лангусты же считают себя более музыкальными: они играют усами на скрипке. Когда они трут усами у основания глаз, срабатывает тот же принцип трения, что и у смычка, когда он скользит по струнам, вызывая вибрации. А панцирь усиливает звук, словно резонаторный ящик. Это единственные известные живые существа — если не считать музыкантов, — которые производят звуки таким способом. Увы, играют лангусты фальшиво, а их музыка больше всего напоминает скрип дверей. Этот невыносимый скрежет они издадут, чтобы отпугивать хищников. Иногда звуки моря перемешиваются, образуя более масштабную мелодию. Морские гребешки — существа пугливые, особенно если поблизости появляются осьминоги или морские звёзды, всегда готовые ими полакомиться. Они постоянно следят за всем, что их окружает, с помощью ряда синих с чёрным глаз. Да, у них имеются глаза, что для моллюсков скорее редкость. При малейшей тревоге морской гребешок пускается наутёк, очень быстро открываясь и закрываясь, — это позволяет ему двигаться на реактивной тяге в толще воды. Гребешок хлопает ракушкой ещё и для того, чтобы вытолкнуть отработанную воду и раздражающие песчинки, он словно чихает под водой. Эти хлопки, напоминающие щёлканье кастанет, и чиханье являются частью подводного звукового пейзажа бухты Сен-Бриё в Бретани.

Морские гребешки используют эти шумы не для того, чтобы поговорить друг с другом, зато они могут многое рассказать нам. Если послушать их пение и узнать, на какой частоте они щёлкают, можно выяснить, чистая ли вокруг вода и много ли в округе хищников. Гребешки сообщают океанографам о состоянии моря, о биологическом здоровье их среды обитания. Симфония чиханья открывает для науки кое-какие тайны жизни гребешков.

В звуковом фоне морей есть шумы, недоступные нашему слуху. Это, с одной стороны, слишком низкие для нас инфразвуки: шум перемещающихся водяных масс, движения рыб, бурления волн. На другом конце спектра ультразвуки — слишком высокие, чтобы их можно было услышать: дребезжание эхолокаторов дельфинов, а заодно и шум тепловых колебаний молекул воды. В последнем случае мы оказываемся на границе самого определения звука, потому что этот термический шум создаётся частицами той материи, которая, как считается, как раз и переносит звук. Это шум особый, почти призрачный и, конечно, самый сокровенный из океанских звуков. Шум самой воды как таковой, а не шум, создаваемый её перемещением, или её обитателями, или её течениями, — нет, это шум её молекул, её материи, её собственного существования. Такую музыку сложно себе представить. О чём может рассказать вода, на что похож её голос? Наука утверждает, что это белый шум, абсолютно хаотический и очень мощный. Это уточнение мало что даёт для прояснения его сути.

Дельфины различают этот особый шум — для них он добавляется к шумовому фону моря.

Для них он, наверное, прежде всего помеха, искажающая сигнал их эхолокаторов. Но кто знает, вдруг они умеют проникать в тайны океана, записанные в этой недоступной человеку песне...

Шумовой фон моря — это звуковая руда, в которой растворены голоса тысяч невидимых существ, рассказывающих нам свои истории. Шторм и молекула воды, синий кит и креветка — в этом общем концерте у всех собственный ритм и тембр, каждый бросает в попури свою щепотку нот.

Наука или воображение наделяют эту смесь смыслом, по-своему интерпретируют смутную и чудесную мечту. Какое сладостное головокружение охватывает, когда говоришь себе, что все эти голоса обращаются к тебе сквозь бульканье в твоих залитых водой ушах! И что до тебя доносится эхо всех морских историй! ^\_^

# Стажировки в исследовательских центрах Huawei

Присоединяйся к центрам исследований и разработок Huawei  
Исследуй будущее вместе с нами



AI, NLP



Машинное обучение



Нейронные сети



Системное программирование



Алгоритмы и структуры данных



Математическое моделирование



5G

 C/C++

 Java

 Python

 MATLAB

 Kotlin

 Go



[career.huawei.ru/rri](https://career.huawei.ru/rri)

 Москва

 Санкт-Петербург

 Дунгуань



# Шляпа профессора

✎ Андрей Константинов ^

Поздняя осень, холод и мрак, пандемия — да это просто идеальное время, чтобы скоротать вечер, а то и весь день, за настольной игрой с семьёй или друзьями! Но, конечно, у вас должна быть шляпа — в этом выпуске игротеки «Кота» мы признаём только игры со шляпой, а все прочие игнорируем. Предлагаем на выбор три такие игры, каждая из них интересна по-своему

**Число игроков:** от 4 до 10 человек.

**Как подготовиться:** хозяин дома нарезает карточки (разрезает любые чистые листы на маленькие прямоугольники). Участники садятся за стол и пишут на листочках научные термины — например, *атом, личинка, тревожность, плацебо, диссертация*. Только не забывайте про гуманитарные науки! И не используйте совсем уж зубодробительные слова, известные только узким специалистам. Можно договориться и включить в игру имена собственные (допустим, *Менделеев*) и устойчивые словосочетания (таблица *Менделеева*). Чем больше терминов вы напишете, тем выше ваши шансы на победу! Написали слово — складывайте листочек пополам и кладите в шляпу. Если шляпа полна, можно начинать!

## Научные экивоки

Для игры вам понадобятся кубик и часы, отмеряющие секунды. Один из игроков следит за временем, другой ведёт подсчёт очков.

Начинает самый младший, дальше ход передаётся по часовой стрелке. Игрок тянет из шляпы бумажку, зачитывает слово, не показывая его, и бросает кубик. В зависимости от выпавшего числа игрок должен за минуту объяснить термин одним из шести способов:

- 1 Нужно произнести слово задом наперёд — начиная с последней буквы.
- 2 Нужно объяснить термин, не используя однокоренных слов.
- 3 Нужно объяснить термин, заменяя все одушевлённые существительные словом «тварь», а неодушевлённые — словом «штука».
- 4 Нужно нарисовать термин. Говорить вообще нельзя.
- 5 Нужно показать термин жестами, не указывая на предметы.
- 6 «Данетка». Нужно угадать термин, задавая вопросы, на которые можно отвечать только «да» и «нет».

Игроки наперебой выкрикивают термины, стараясь угадать. Если кто-то за минуту справится, он, как и объяснявший, получит столько очков, сколько выпало на кубике. Есть одно исключение для шестёрки: если за минуту «данетку» разгадать не удалось, время продлевается ещё на минуту, но загадавший и угадавший в случае успеха получают не 6 очков, а 3. Если слово никто не угадал, ведущий зачитывает его в назидание остальным. Играть можно, пока один из участников не наберёт 21 очко, а можно — пока не кончатся карточки.

## Шляпа классическая

Участники делятся на пары. Если это невозможно (число нечётное), пары и игрок, который следит за временем, всякий раз меняются, чтоб каждый успел сыграть с каждым. В этом случае подсчёт очков ведётся не для пар, а для конкретного участника. Один из игроков в паре должен за минуту объяснить другому как можно больше терминов из шляпы. Если слово не угадано, карточка отправляется обратно в шляпу. Игра идёт до последней бумажки!

## Шляпа, женатая на экивоках

Всё как в классической шляпе, но только в первом туре. Когда все игроки по разу объяснили слово партнёру, начинается второй тур: теперь надо объяснить термин всего тремя словами. В третьем туре — двумя. В четвёртом надо рисовать, в пятом — показывать слова, а если останутся бумажки на шестой, вспомните про «штуку» и «тварь».

✎ Андрей Константинов

# Внутри и снаружи анекдота



Заходят Вернер Гейзенберг, Курт Гёдель и Ноам Хомский в бар. Гейзенберг смотрит по сторонам и говорит: «Мы втроём в баре, да ещё и в таком составе! Похоже, мы в анекдоте. Меня беспокоит вопрос: смешной он или нет?»

Гёдель на секунду задумывается и отвечает: «Пока мы внутри анекдота, мы не сможем сказать, смешной он или нет. Чтобы это понять, нужно взглянуть на него снаружи».

Хомский смотрит на них и говорит: «Анекдот смешной, но вы неправильно его рассказываете».

Слушатели — из тех, кто знает про Гейзенберга, Гёделя и Хомского, — часто повторяют эту последнюю фразу: «Да вы неправильно рассказываете анекдот! На самом деле они там говорят совсем другое». Но как рассказать его правильно? Давайте для начала вспомним его героев.

Вернер Гейзенберг — физик с философским складом ума, один из создателей квантовой механики — теории, показавшей, что микромир совсем не похож на наш мир. Он сформулировал принцип неопределённости для квантовых объектов: чем точнее определено положение частицы, тем менее точно известен её импульс, и наоборот. А значит, мы в принципе не можем узнать реальность во всех деталях. В нашем случае Гейзенберг понимает, что находится внутри особого мира — в анекдоте, который служит здесь аналогом квантового мира. Имеется и какая-никакая неопределённость — по поводу того, смешной ли анекдот.

Курт Гёдель — математик, сформулировавший и доказавший теорему о неполноте, из которой следует, что в любой формальной системе останутся недоказанные утверждения, сформулированные на языке этой системы, но недоказуемые в её рамках. Изнутри анекдота нельзя понять, что он смешной, — отличная метафора! Ноам Хомский (вообще-то Ноум Чомски, но так-то сложившаяся у нас традиция написания его имени) — лингвист, прославившийся теорией о том, что мы понимаем речь и говорим, пользуясь врождёнными, генетически запрограммированными синтаксическими структурами, встроенной в мозг «универсальной грамматикой», заставляющей, например, в любом высказывании выделять действие (сказуемое), субъекта действия (подлежащее), его признаки и т. п. То есть Хомский описывал структуры, определяющие, что за чем надо рассказывать. Кому, как не ему, знать, правильно ли мы рассказываем анекдот!

Можно, конечно, предлагать и свои варианты реплик этих трёх мудрецов, если вам кажется, что они могли бы выразить свои идеи в анекдоте лучше. Допустим, Гейзенберг, писавший о необходимости наблюдателя для того, чтобы настала определённость, мог бы сказать: «Похоже, мы в анекдоте. Надо, чтобы кто-то его прочитал, а то непонятно, смешной он или нет». Хомский мог бы ответить: «Анекдот смешной, вот только, чтоб его понять, надо быть профессором философии...»



МИНОБРНАУКИ  
РОССИИ

# НАУКА. ТЕРРИТОРИЯ ГЕРОЕВ

Современные ученые — истинные герои нашего времени. Они сражаются против проблем планетарного масштаба — опасных вирусов, экологических катастроф, климатических изменений и не только.

Хочешь узнать больше — регистрируйся на сайте проекта [наука.национальныепроекты.рф](http://наука.национальныепроекты.рф), участвуй в конкурсе и выигрывай ценные призы! Становись героем!



**ПРИЗЫ ЖДУТ СВОИХ ГЕРОЕВ —  
УЧАСТВУЙ В КОНКУРСЕ!**



Да, наука — это увлекательно. Не веришь? Мы тебе это докажем! Скорей сканируй QR-код и регистрируйся на сайте! Начни выполнять задания уже сейчас, копи баллы и обменивай их на подарки. Помни, самые активные получают ценные призы!



РОСАТОМ



# 75 ЛЕТ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ОПЕРЕЖАЯ  
ВРЕМЯ

ВСЕ ОБ ИСТОРИИ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА [ATOM75.RU](http://ATOM75.RU)