



Издаётся  
при поддержке  
Минобрнауки  
России

270 МГУ  
1755 2025



НАУКА+



Научно-популярный  
журнал kot.sh

# КОТ ШРЁДИНГЕРА

#4 (57) 2023



# НАУКА НА БОРТУ

ТИРАННОЗАВРЫ  
УЖЕ НЕ ТЕ

ЧТО НОВЕНЬКОГО  
НА ДРУГИХ  
ПЛАНЕТАХ?

РИЧАРД ДОКИНЗ:  
ПОЧЕМУ ЛЮДИ  
(НЕ) ЛЕТАЮТ



Поможем банану стать взрослым

# День открытых дверей

270 МГУ  
1755  2025

21 января  
начало  
в 10.00

Ленинские  
горы, дом 1



[openday.msu.ru](https://openday.msu.ru)

ПОСТУПАЙ  
ПРАВИЛЬНО





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

Учредитель и издатель  
ООО «Дирекция Фестиваля  
науки»  
Адрес: 119992, г. Москва,  
ул. Ленинские Горы, д. 1,  
стр. 77  
Тел.: (495) 939-55-57  
Сайт: [www.kot.sh](http://www.kot.sh)  
VK: [vk.com/kot\\_sch](https://vk.com/kot_sch)

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

Для читателей старше 12 лет

Издаётся при поддержке  
Минобрнауки России,  
Минцифры России

Шеф-редактор:  
Григорий Тарасевич  
Главный редактор: Виталий  
(Эдуардович) Лейбин  
Альтернативный редактор:  
Никита Лавренов  
Соцсети: Андрей Константинов  
Выпускающий редактор:  
Мария Кисовская  
Корректор: Ольга Готлиб  
Директор фотослужбы:  
Валерий Дзялошинский  
Арт-директор: Маша Норкина  
Дизайнер: Сергей Кузурин  
Технический редактор:  
Ирина Круглова  
Макет: Данила Шорох  
Дизайн котов: Евгений Ильин

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

При создании этого номера  
ни один кот не пострадал.

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

## ● Мяу, коллеги!

Начну с мифологии. Был такой древнегре-  
ческий герой — Академ. На фоне прочих  
богов и героев не такой уж выдающийся.  
По легенде, его похоронили в оливковой  
роще возле Афин. И среди этих деревьев  
основал свою философскую школу уже  
вполне реальный древний грек — Платон.  
Бродил он по рощице, гладил местных  
котов и вёл умные беседы с учениками.  
С той поры и появилось в разных языках  
понятие «академия». Красивое слово,  
даже сейчас, произнося его, ощущаешь  
во рту вкус свежих оливок и аромат  
сложных мыслей.

В нашей стране это слово вызывает  
и другую ассоциацию — Российская академия  
наук, РАН. Главная научная организация,  
которой сейчас исполняется аж 300 лет!  
Только представьте этот кусок истории:  
войны, революции, императоры сменяются  
генсеками, генсеки — президентами; общество  
проходит путь от сохи до нейросети...

И всё это время есть люди, которые  
увлечены не чем-то суетным, а глобальным  
познанием мира — наукой. Мне кажется,  
сейчас именно они настоящие,  
а не мифические герои.



# Содержание



## МЕСТО СИЛЫ

**6** ▶ Ледодав знаний. Атомное путешествие к Северному полюсу

## СУММА ТЕХНОЛОГИЙ

**26** ▶ Климат и художники-импрессионисты. Казалось бы, где тут связь?



## ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ

**28** ▶ Свежие новости о тираннозаврах

**34** ▶ Что новенького на других планетах?

**42** ▶ Куда прыгают транспозоны: суетливые пассажиры нашего генома

**48** ▶ Гигантские вирусы управляют эволюцией?

## ЗАКОНЫ СВОБОДЫ

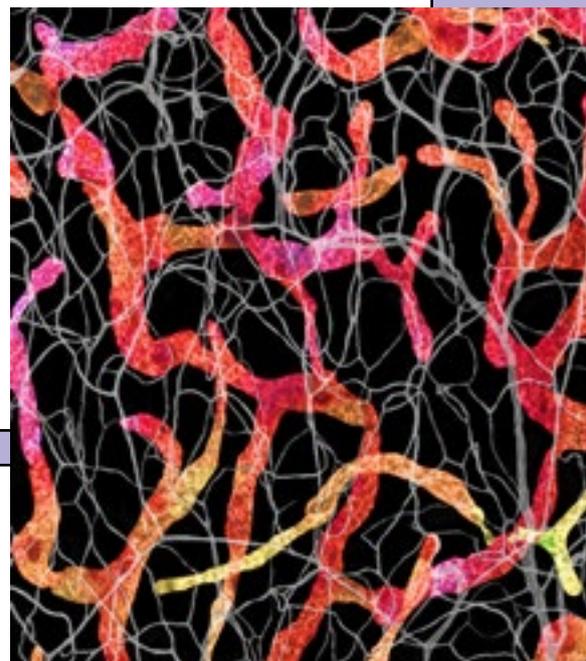
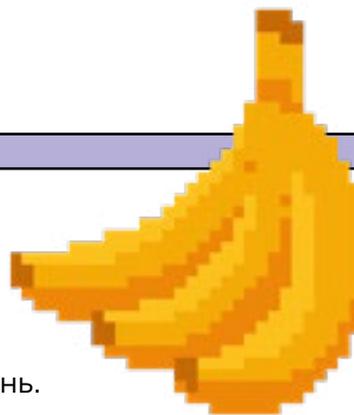
**50** ▶ Выставка «300 лет РАН»

**58** ▶ Разговоры за жизнь. Часть 2

**68** ▶ О чём спорил философ с нейропсихологом. И кто из них победил

## КРАСИВЫЕ КАРТИНКИ

**70** ▶ Увеличенная наука: лучшие снимки, сделанные с помощью микроскопа



## ПРЕПРИНТ

**78** ▶ Почему люди (не) летают

## СВОИМИ МОЗГАМИ

**92** ▶ Самый душный ответ на вопрос о килограмме пуха и килограмме гвоздей

**96** ▶ Поможем банану стать взрослым

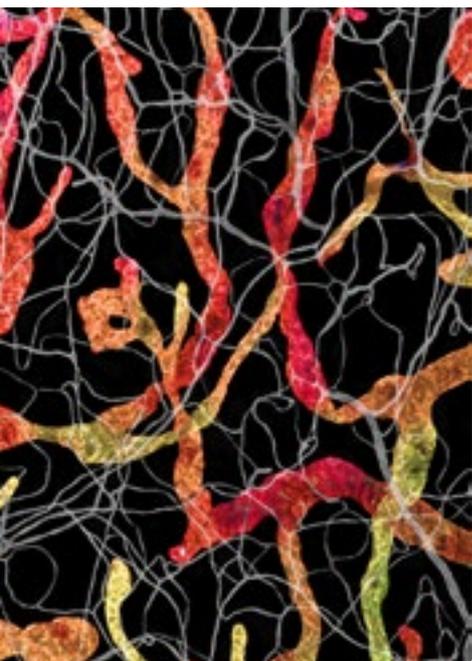
**98** ▶ Сдаём ЕГЭ по котикам, инопланетянам и жевательной резинке

## Вопросы по номеру

Ответы ищите на страницах журнала

**На большинстве картинок у тираннозавра мощные задние лапы, страшные челюсти и хиленькие передние конечности. Какую массу, согласно последним данным, мог поднять тираннозавр «руками»?**

- А. Два килограмма.
- Б. Двадцать килограмм.
- В. Двести килограмм.
- Г. Передними конечностями тираннозавр вообще ничего не поднимал — он использовал их для того, чтобы подавать сигналы особям противоположного пола.



**Бананы прибывают в Россию из Эквадора совсем зелёными, благодаря чему не портятся в дороге. Какое вещество помогает им стать зрелыми?**

- А. Этилен.
- Б. Полиэтилен.
- В. Этанол.
- Г. Любовь и нежность сотрудников овощных отделов.

**Если биолог назвал кого-то «лохом узколистным», то что он имел в виду?**

- А. Что человек глуп и не приспособлен к жизни.
- Б. Что у человека узкий кругозор.
- В. Что у человека неравномерно развиты когнитивные функции.
- Г. Он вообще имел в виду дерево.

**«К тайнам трёх океанов...» — какие океаны упоминались в тексте про новый научный проект?**

- А. Индийский, Тихий и Атлантический.
- Б. Океаны на спутниках Юпитера Европе, Ганимеди и Каллисто.
- В. Водный океан, воздушный и океан магмы.
- Г. Океаны Любви, Ненависти и Забвения.



**Учёные нашли целый зоопарк огромных вирусов: некоторые из них были размером с бактерию, и их можно было разглядеть в оптический микроскоп. Где же их обнаружили?**

- А. На денежной купюре.
- Б. На марсианском метеорите.
- В. В лесу возле Гарвардского университета.
- Г. В антарктическом озере Восток.

**Так всё-таки что тяжелее: килограмм пуха или килограмм гвоздей?**

- А. Они весят одинаково.
- Б. Гвозди тяжелее.
- В. Пух тяжелее.
- Г. Всё зависит от того, какой смысл мы вкладываем в слово «тяжелее».



# Новости без хвоста



2022–2031 годы объявлены в России Десятилетием науки и технологий. А значит, новостей о научных достижениях будет поступать всё больше.



## Российские подростки торчат в Сети много и некомпетентно

В нашей стране учащиеся средней и старшей школы в среднем проводят онлайн 4–5 часов в будние дни и 6–8 часов в выходные, что является одним из самых высоких показателей в Европе. Эти цифры приводятся в статье «Цифровая социализация российских подростков: сквозь призму сравнения с подростками 18 европейских стран». Авторы работы, сотрудники факультета психологии МГУ Галина Рассказова и Елена Солдатова, сравнили данные по 1380 подросткам из 15 регионов России с данными 16 048 их сверстников из 18 европейских стран.

Российская молодёжь чаще сообщает о столкновении с опасным или неприятным контентом в Сети. При этом цифровая компетентность наших подростков одна из самых низких в Европе. Как раз с этим, по мнению исследователей, можно и нужно работать.

*Проект поддержан грантом Российского научного фонда (РНФ).*

## Опасная болезнь мидий проникла в Европу из Тихого океана

Мидии, в том числе съедобные, могут болеть онкологическими заболеваниями и передавать их друг другу. Команда учёных Национального научного центра морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, СПбГУ и Кандалакшского государственного природного заповедника доказала, что болезнь попала в Европу по Северному морскому пути вместе с большими мидиями, которые селились на днищах судов. Рак передаётся от мидии к мидии через больные клетки, несущие два болезнетворных гена. Изучение этого заболевания крайне важно, чтобы сохранить популяции съедобных мидий и предотвратить заражение человека и животных.

*Исследование поддержано программами Минобрнауки России.*



## Паразиты тритонов помогут в борьбе со старением

Сотрудники Центра исследований молекулярных механизмов старения и возрастных заболеваний МФТИ нашли и впервые применили новую лабораторную систему для наработки мембранных белков. Обычно эти белки накапливаются очень тяжело. Учёные решили прибегнуть к помощи одноклеточных паразитов — тритонов *Leishmania tarentolae*, и те отлично справились с работой!

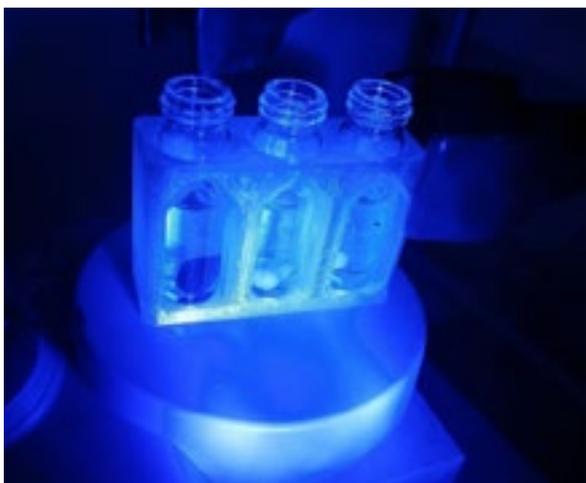
*Проект поддержан грантом РФФ.*

## Стабильность лекарства увеличили в 500 раз

Вещества порфирины — источники активных форм кислорода — используются в медицине, например, для лечения рака. Но вот проблема: сами порфирины могут быть разрушены активными формами кислорода ещё до того, как сработают.

Учёные из Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН и Российского технологического университета нашли способ в 500 раз повысить стабильность порфиринов, меняя состав этих соединений и подбирая растворители.

*Исследование поддержано грантом РФФ.*



## Масаи опознают мужчин-альтруистов по внешнему облику

Масаи — народ, живущий в Танзании, — умеют по лицу определять черты характера соплеменников. Это показало исследование Марины Бутовской (Институт этнологии и антропологии РАН, исторический факультет МГУ) и её коллег.

Вначале этнологи пообщались с 300 представителями исследуемого народа: анализировали характеры, делали портретную фотосъёмку. А потом показали фотографии другим масаи, попросив оценить людей на снимке по четырём параметрам: физическая сила, склонность помогать окружающим, качества хорошего друга, самоуверенность.



-5SD [муж]

Среднее [муж]

+5SD [муж]



-5SD [жен]

Среднее [жен]

+5SD [жен]

Оказалось, что масаи способны по форме лица отличить мужчин-альтруистов, — они же воспринимались и как более сильные физически. Объяснение может быть такое: для народов, которые ведут традиционный образ жизни, взаимопомощь — один из залогов выживания. Именно поэтому так важно с ходу определять готовность прийти на помощь и силу соплеменников.

*Исследование поддержано программами Минобрнауки России.*

# ЛЕДДО ЗНА



Девяток  
фотоисторий  
из экспедиции  
на Северный полюс

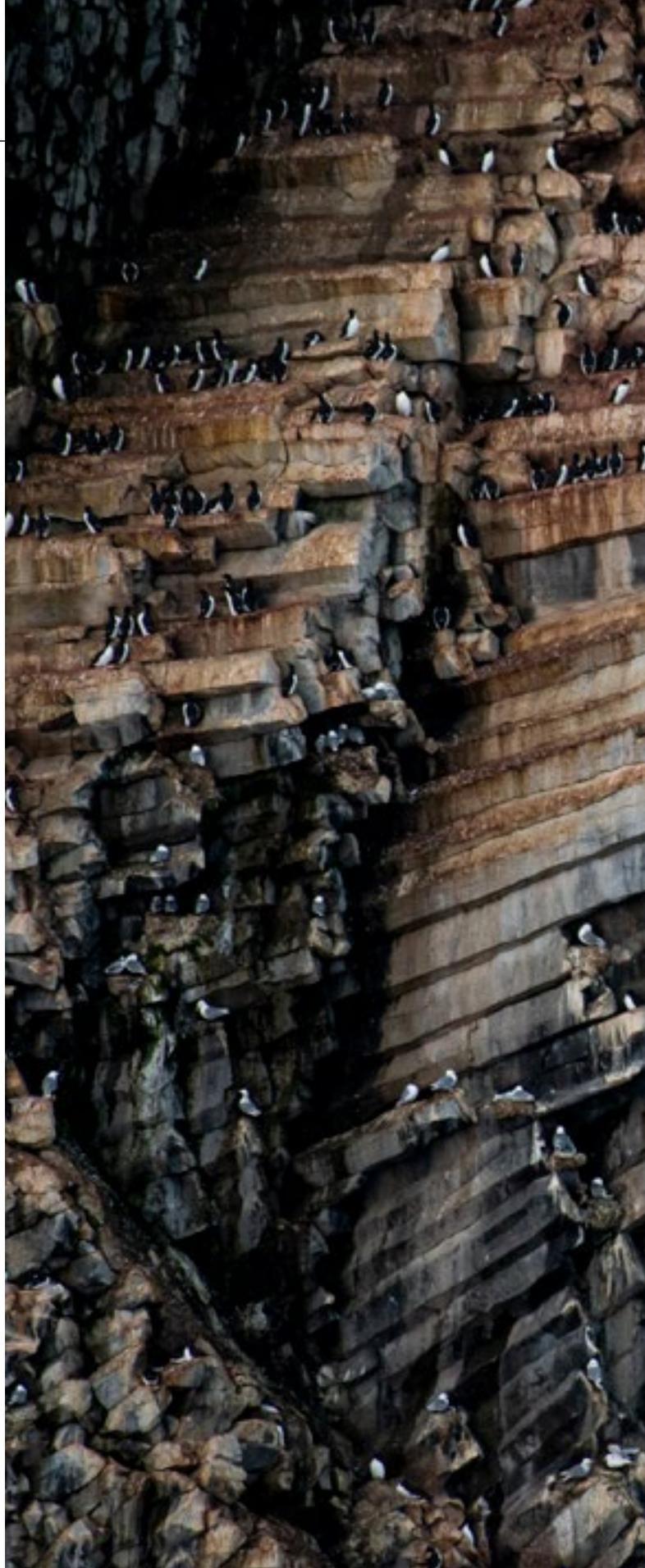
# ДАВА НИМИ

В точке  $90^\circ$  не только сходятся все меридианы, поглощая привычную долготу в координатах, но и теряется ощущение времени и пространства. Летом здесь круглый день светло — солнце лишь переходит с одной стороны на другую. Куда ни посмотри, всюду снег и голубой лёд, местами переходящий в небо и стирающий линию горизонта. А ещё Северный полюс потрясает и пугает своей тишиной. Шум двигателя ледокола и протяжный гудок, сигнализирующий о достижении заветной точки, — единственное, что нарушает молчание севера. До создания ледоколов, способных ломать многометровый лёд, до полюса добирались считанные храбрецы. Многие из них в погоне за мечтой рисковали жизнью. Сегодня на ледяную макушку нашей планеты ступали уже больше пяти тысяч человек из самых разных стран. Среди них и друг «Кота Шрёдингера» — биолог, сотрудник Сколтеха Илья Гомыранов, который летом 2023 года отправился в экспедицию Росатома «Ледокол знаний» и привёз нам из поездки серию фотозаметок.



«Выходите на нос корабля! Прямо по курсу знаменитая бухта Тихая», — зазывает в громкоговоритель полярник Виктор Боярский. Бухта Тихая знаменита одним из крупнейших в Арктике птичьих базаров. Оказавшись рядом, **о тишине приходится забыть**. Тысячи птиц выбирают неприступные скалы среди богатого пищей океана, чтобы в безопасности от хищников продолжить свой род. Бургомистры, моевки, люрики, кайры — каждый занимает здесь свою нишу, как продавцы в торговых рядах. К слову, кайры даже гнёзд не строят — их яйца по форме напоминают грушу «конференция», благодаря чему гораздо реже скатываются со скал в морскую пучину.

Странно было назвать эту бухту Тихой. Оказывается, такая идея пришла в голову полярнику-исследователю Георгию Седову (он же дал название и Северному Ледовитому океану) из-за «спокойного нрава» бухты.









Ледокол замедляет ход, в иллюминаторе каюты появляется несколько домиков — ещё один «экспонат» Тихой. В центре деревянный ангар для самолётов, построенный в 1932 году во время зимовки исследователя Арктики Ивана Папанина. Первая на Земле Франца-Иосифа и самая северная некогда полярная станция, организованная в 1929 году математиком, географом и академиком АН СССР Отто Шмидтом как географический и научный форпост молодого советского государства, сегодня законсервирована и лишь изредка принимает гостей. Единственное, что здесь работает, — это почтовое отделение, самое северное в мире. Вот только почтальон приезжает на несколько часов вместе с туристами. В остальное время птицы и моржи здесь полноправные хозяева.



Объявление по громкой связи: «Медведь по левому борту!» Все быстро надевают куртки и по лабиринтам лестниц выбегают на палубу. Встреча с медведем — долгожданное событие для участников рейса. Прозрачная шерсть, наполненная воздухом для удержания тепла, чёрная кожа как защита от ультрафиолета, жёсткая шерсть на лапах, чтобы не скользить, — тело белого медведя идеально приспособлено для жизни среди льдов. Земля Франца-Иосифа





превратилась в уютный роддом для свирепых рожениц. Здесь у медведиц во время сна в снежных берлогах появляются слепые и практически лысые детёныши, которые спустя несколько месяцев пойдут вместе с матерью покорять бескрайние льды.



Не успеваем отогреться после встречи с медведем, как уже снова пора на палубу: мимо нас на льдине проплывает морж. Вот уж гигант! Чего только стоит толщина кожи в 10 сантиметров и жира в 15 — у взрослых самцов. Огромные клыки — бивни — не только помогают в сражениях, но и служат отличным якорем для закрепления на льдинах. А вот со зрением моржам не повезло... Впрочем, зачем оно нужно, если большую часть времени ты роешься в иле на дне морском, выискивая моллюсков и раков, — тут лучше обоняние и осязание развивать. С этим у моржей всё в порядке.





С погодой нам везёт. Обычно на пути к полюсу бывает пасмурно и туманно, но нас сопровождает солнце. Ледокол бодро наваливается на льдины, проламывая их дном, по форме напоминающим ложку. «Вообще, корректнее называть его ледо-давом, но это не так красиво звучит», — шутит капитан. Ещё пара минут, и вокруг носа корабля образуется белая радуга. Капли воды в воздухе настолько мелки, что пучок света, распадаясь на составляющие, не создаёт привычную семицветную картину, а моментально собирается в полный спектр в результате дифракции, вызывая необычное белое свечение.







На капитанском мостике карта, на которой отмечены все глубины и маршрут, бортовой журнал, компас, GPS-координаты — всё как в детских книжках про путешествия. «Правее, по трещине к открытой воде!» На круге радиолокатора то и дело меняется зелёная мозаика льдин. Сегодня Северный полюс достигается по приборам. 89,99; 90,00 — гудок. Но кто же первый достиг полюса: Фредерик Кук в 1908 году или Роберт Пири в 1909-м? А может, ни один ни другой? Руаль Амундсен, впечатлённый этим спором, взял с собой на Южный полюс в 1911 году четырёх навигаторов, каждый из которых независимо от других фиксировал координаты экспедиции. Первыми, кто точно достиг заветной цели, стали участники советской воздушной экспедиции «Север-2» во главе с Александром Кузнецовым. Они приземлились на полюсе весной 1948 года и два дня проводили научные наблюдения на льдине.



«Сегодня намечена встреча с дрейфующей полярной станцией „Северный полюс — 41“, — объявляет утром капитан. Встречи с животными на севере хоть и приятны, но ожидаемы, а вот увидеть других людей — настоящее событие.

История дрейфующих станций берёт начало в далёком 1937 году, когда в свободное плавание на льдине площадью 15 квадратных километров и толщиной 3 метра была отправлена станция «Северный полюс — 1» с исследователем Арктики Иваном Папаниным, геофизиком Евгением Фёдоровым, радистом Эрнстом Кренкем и гидробиологом Петром Ширшовым на борту.

Именем последнего назван Институт океанологии РАН. И если сегодня станция — это специальное судно с уникальным оборудованием для изучения глобального изменения климата, то в 1937 году учёным пришлось 274 дня ютиться в палатке, изготовленной на заводе «Каучук». Они ежемесячно отправляли данные о размерах льда радиограммой в Москву, пока шторм не разломал льдину и учёных не пришлось экстренно эвакуировать на сушу.









«Айсберг! Дорогие путешественники, мы подходим к айсбергу!» — вновь разносится по палубам бодрый голос полярника Боярского. Ледяные глыбы и сегодня опасны для кораблей — даже на толстом стальном борту нашего судна есть следы от столкновения с голубыми гигантами. Современные атомные ледоколы способны продавливать своим весом лёд толщиной до трёх метров, передвигаясь по Северному морскому пути круглый год. Сегодня маршрут от Карских ворот на севере Европейской России до Берингова пролива на Дальнем Востоке занимает всего 18 дней. А 91 год назад Отто Шмидт с командой на пароходе «Александр Сибиряков» впервые прошёл Севморпуть за одну навигацию, потратив на это два месяца и три дня.





Ночью телефон начинает вибрировать от сообщений, накопившихся за две недели без связи с Большой землёй. Это значит, что до Мурманска рукой подать. Вот и подошёл последний день экспедиции, хотя я бы назвал её комфортабельным круизом. Сегодня покорение Северного полюса на атомном ледоколе уже не подвиг, а рядовое событие, напоминающее отдых в хорошем отеле. На борту корабля есть ресторан, тренажёрный зал и даже бассейн с волейбольной площадкой. Моряки в парадной форме больше похожи на голливудских звёзд: если раньше это была чисто мужская профессия, то сегодня море открыто и для женщин. Первый помощник капитана Диана Кинжи — как раз такой случай.

Но одно, я уверен, осталось таким же — восторг от первых шагов в точке 90°. ^ \_ ^

# Зачем климатологам картины импрессионистов?



## Живопись, рождённая из сажи и дыма

Клод Моне.  
«Мост Чаринг-Кросс»,  
Лондон, 1903

✎ Андрей Константинов ^

Почему один стиль в живописи сменяется другим? Конечно, в этих тенденциях есть своя художественная логика, но на живопись влияет и сама жизнь, причём иногда весьма неожиданным образом. Рассказываем, как плохая экологическая обстановка вдохновила Тёрнера с Моне и повлияла на создание нового стиля — импрессионизма



Уильям Тёрнер.  
«Дождь, пар  
и скорость», Лондон,  
1844



Город Уиднес,  
Англия, — типичный  
индустриальный пейзаж  
конца XIX века

Недавно вышло исследование о живописи Уильяма Тёрнера, Клода Моне и появлении импрессионизма, написанное... климатологами. В работе под названием «Картины Тёрнера и Моне изображают усиливающееся загрязнение воздуха в XIX веке» учёные из Сорбонны и Гарварда анализируют творческий путь этих мастеров и показывают, что по мере того,

как промышленная революция делала воздух в крупных городах всё более грязным и туманным, стиль художников менялся в сторону более светлой, дымчатой цветовой палитры и размытых контуров, характерных для импрессионизма.

Получается, возникновением импрессионизма мы обязаны не в последнюю очередь плохой экологии? Авторы исследования нашли немало подтверждений этому на картинах и в письмах художников.

«Всё как мёртвое! Ни поезда, ни дыма, ни лодки — ничего, что хоть немного возбудило бы вдохновение», — жалуется Моне в одном из писем к жене в 1901 году, приехав из Лондона, где всё это было в изобилии. Дым заводских труб так благотворно влиял на художника, что за три поездки в Лондон в 1899–1901 годах он написал больше ста картин. В другом письме Моне рассказывает жене, что был напуган отсутствием тумана, но утешился, когда «зажгли костры и вернулись дым и дымка».

В период, когда работали Тёрнер, а позже Моне, добывалось огромное количество угля для поддержания промышленного производства. С 1700 по 1900 год Великобритания увеличила добычу угля почти в сто раз: с 2,9 млн тонн до 275 млн тонн. Сжигание угля и стало причиной видимого загрязнения воздуха — знаменитого

английского смога. А ещё привело к возникновению многих проблем со здоровьем, в том числе к распространению туберкулёза.

«Я давно изучаю загрязнение воздуха и, увидев картины Тёрнера и Моне, заметила стилистические трансформации в их работах. Контурные предметов на их картинах постепенно становились более размытыми, палитра бледнее, а стиль изменился с более фигуративного на импрессионистский. Все эти изменения соответствуют физическим изменениям в атмосфере, когда всё более загрязнённый воздух стал влиять на освещённость, отражая видимый свет всех длин волн», — пишет один из авторов работы Анна Леа Олбрайт, метеоролог из Сорбонны.

Исследователи измерили чёткость контуров и интенсивность красок на более чем сотне картин, затем сравнили результаты с данными о загрязнении воздуха в те годы — и нашли выраженную связь между этими параметрами.

Моне специально путешествовал, гоняясь за туманом, — это не было чем-то необычным, возник даже термин «туманный туризм»: многие французы ездили в Лондон, чтобы полюбоваться атмосферными эффектами.

Конечно, творчество не сводится к копированию того, что видит художник. Но это исследование расширяет понимание живописи, предлагая взглянуть на картины под другим углом. И правда ведь удивительно, что волшебная игра света на картинах импрессионистов рождалась в том числе из грязи, дыма и сажи, из выхлопов промышленной революции. ^ \_ ^

Сам собой анекдот придумался,  
пока заметку читал:

- Ты искусствовед?
- Ну да.
- В климатологии разбираешься?
- Нет, но при чём здесь климатология?
- А в физике дисперсных систем?
- Тоже нет. Но зачем...
- А в экологии?
- Нет, но...
- Ты точно искусствовед?



# ТИРАННОЗАВРЫ

## Что нового узнала наука о страшном хищнике

Динозавры — уже совсем не те монстры, которых я знал в детстве. Помню первый ужастик, который почему-то показывали в ещё доперестроечном Советском Союзе, — японскую «Легенду о динозавре». Я тогда полфильма просидел с закрытыми глазами. А для нынешних детей динозавры пушистые, теплокровные, социальные. Да и в представлении учёных они всё больше походят на птичек, теряют брутальность и обретают миловидность. Ладно бы травоядные... Но тираннозавр — он-то хоть прежний зубастый, глуповатый и кровожадный? Должны же и в мире динозавров быть какие-то незыблемые устои! Но нет, последние исследования практически лишают тирекса (от *Tyrannosaurus rex*) шансов остаться в нашей памяти тупым кожистым монстром. Откроем вам несколько секретов, которые тираннозавры наверняка предпочли бы скрыть, а то их совсем перестанут бояться. На самом деле почти всё, что мы нафантазировали о тирексе в XX веке, оказалось неправдой. Вот что известно о нём на сегодняшний день.



# УЖЕ НЕ ТЕ

✎ Андрей Константинов ^

В недавнем сериале BBC «Доисторическая планета» тираннозавры, к счастью, не покрылись пухом и разноцветными пёрышками, но всё равно не похожи на знакомого всем зубастика с налитыми кровью глазами и широко раскрытой огромной пастью, из которой капает слюна. В фильме тирекс обрёл женское лицо: это мать, которая пытается спасти своих детёнышей, переплывая с ними опасную реку. Мы ей соперничаем, она умная и заботливая, а детёныши озорные и любопытные. Даже питаются они в фильме не хорошими динозавриками, а падалью — санитары пляжа. Тираннозавр больше не отрицательный герой!

## Пернатая революция

В 1996 году китайский палеонтолог Цзи Цян откопал останки небольшого и очень необычного динозавра: глинистые сланцы сохранили отпечатки перьев, окружавших скелет как ореол. Так началась «пернатая революция» — палеонтологи с тех пор нашли десятки других пернатых ящеров: хищников и травоядных, мелких и крупных, летающих и наземных. В 2012 году учёные обнаружили первого пернатого родственника тираннозавра. Высокая сохранность его останков позволила восстановить структуру перьев: они были больше похожи на пух, нужный для

обогрева, а не на маховые перья птиц. Не верьте старым рисункам: многие динозавры были пушистыми! Но были ли пух и перья у тираннозавров — и где именно, — палеонтологи всё ещё спорят: их нашли у близких родственников (ютиранныса и дилуна) и у предков тирекса, но вот сам тираннозавр с хорошо сохранившимися покровными тканями пока не обнаружен.

## Динозавры среди нас

Не верьте и старым классификациям, согласно которым все динозавры вымерли. Палеонтологи делят древних ящеров на две группы: птицетазовые и ящеротазовые. Вопреки названию именно ящеротазовые (типичный их представитель — наш тирекс) стали предками современных птиц.

Невозможно чётко разграничить на эволюционном дереве птиц и динозавров, так что птицы вполне могут считаться разновидностью динозавров. 65 миллионов лет назад вымерли далеко не все чудовища, и когда вы бросаете крошки синичкам или воробьям, помните, что кормите родственников тираннозавра!

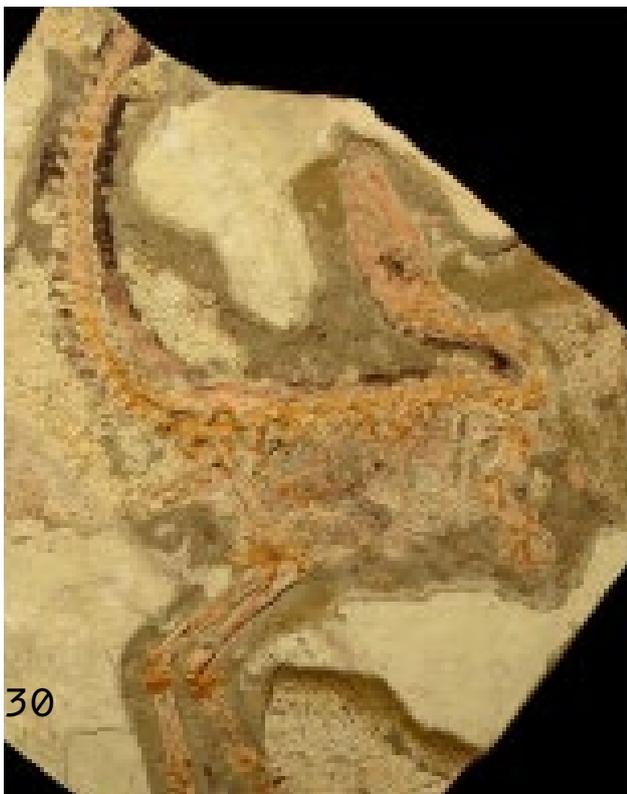


**Александр Аверьянов**, палеонтолог, рекордсмен среди российских учёных по количеству открытых видов динозавров:

«Конечно, хищные динозавры не только охотились, спали и ходили туда-сюда. Они ещё играли — все высокоорганизованные животные играют между собой. Они умели бегать как собаки, могли играть в догонялки, например».

## Не такие уж холоднокровные

Ещё в конце 1960-х годов палеонтологи Роберт Бэккер и Джон Остром пришли к выводу, что тираннозавр был теплокровным и вёл очень активный образ жизни. В пользу этой гипотезы говорил высокий темп роста — как у млекопитающих и птиц. На это же указывали крупные кровеносные сосуды в костях и потребность в высоком метаболизме, как у современных млекопитающих и птиц. Ископаемые кости имеют кольца роста как у деревьев — с их помощью, учёные в 2014 году смогли определить тип метаболизма многих динозавров. Оказалось, что высокоразвитые древние ящеры, такие как тираннозавры, заняли промежуточное положение «мезотермов», то есть кровь в их жилах текла не холодная и не тёплая. Подобно теплокровным, они сами генерировали тепло, но при этом не могли поддерживать постоянную температуру тела. Метаболизм тираннозавра — нечто среднее между метаболизмом холоднокровных рептилий и теплокровных млекопитающих. Между прочим, восемь мезотермических видов существуют и в наши дни: это некоторые виды акул, черепах, тунца и австралийская ехидна.



30

Роберт Бэккер



Джон Остром



## Глазастый ящер

В «Парке юрского периода» герои пытались спастись от тираннозавра, понадеявшись на его отвратительное зрение: «Не двигайся! Он не увидит нас, если мы не будем двигаться». На самом деле узкий череп и глаза размером с теннисный мяч обеспечивали тирексу прекрасное чувство глубины, больший, чем у ястреба, зрительный диапазон и в 13 раз превосходящую человеческую чёткость зрения. А генетики из Кембриджа нашли свидетельства того, что динозавры обладали цветным зрением.

Вообще, многие рептилии, как и птицы, различают больше цветов, чем млекопитающие, которые когда-то ушли в темноту, чтобы динозавры их не сожрали, и приспособились к ночному образу жизни. Будучи теплокровными, наши предки могли быть активны ночью, пока динозавры спали. И сейчас три четверти млекопитающих — ночные животные. За это пришлось заплатить частичной утратой цветного зрения, но слух и обоняние стали много лучше.



×

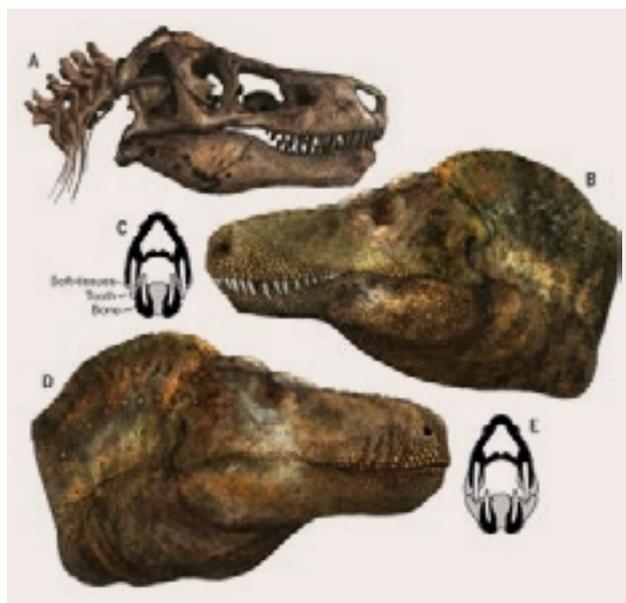
Сейчас на Земле живёт больше видов динозавров, чем млекопитающих. Ведь согласно доминирующей в палеонтологии теории, птицы — ныне живущие оперённые динозавры из клады теропод. Млекопитающих известно около 6500 видов, птиц — более 10 000.

## Не страшный

Обычно тираннозавров изображают с хищным оскалом или ухмылкой, обнажающей все зубы, как у современных крокодилов. Но в этом году палеонтолог из Университета Манитобы Кирстин Бринк опубликовала в журнале Science исследование, доказывающее, что на самом деле зубы тираннозавров были скрыты губами. В противном случае зубная эмаль бы быстро растрескалась, а беззубые тираннозавры — поистине жалкое зрелище.

## Ну где же ваши ручки?

Беспользные «ручки» тираннозавра — очередной миф. Согласно недавним исследованиям, одной левой (или правой) тирекс мог поднять до 200 килограмм. Кроме того, палеонтологи обнаружили трещины в костях передних конечностей, что свидетельствует об их активном использовании. Скорее всего, тираннозавры использовали свои передние лапы в драках и для охоты на других динозавров, а может, и для коммуникации. Или даже для орудийной деятельности? Прежде чем возмущаться ненаучностью этой гипотезы, прочтите следующую главу.



## Не глупее приматов

Тираннозавры жили в самом конце эры динозавров, 66–71 миллион лет назад. Их можно считать вершиной эволюции динозавров, которая готовилась создать тирекса почти 200 миллионов лет. Вы думаете, он был неуклюжим, туго соображающим тормозом?

Одна из самых интересных статей 2023 года — про то, что тираннозавры вряд ли были глупее приматов. Известная научная революционерка Сузана Эркулано-Оузель, профессор биологических наук Университета Вандербилта, подсчитала, что у них было примерно столько же нейронов в конечном мозге (аналоге нашей коры — отделах мозга, связанных с высшей нервной деятельностью), сколько у бабуинов. Массу мозга тираннозавра можно оценить по объёму черепа, а соотношение массы мозга и количества нейронов остаётся неизменным для больших таксонов живых существ. Эркулано-Оузель доказывает, что у хищных динозавров мозги в этом смысле не отличаются от куриных.

Несколько лет назад всё та же Эркулано-Оузель показала, что когнитивные способности напрямую коррелируют с количеством нейронов в конечном мозге. Вот и получается, что тираннозавры соображали не хуже бабуинов. А ещё они долго жили — в другой работе та же исследовательница доказывает, что среднюю продолжительность жизни животных того или иного вида, включая человека, тоже можно весьма точно предсказать по количеству нейронов в конечном мозге.

В завершение отважная Сузана делает вывод, что умные и многоопытные тираннозавры и другие хищные динозавры вполне могли пользоваться инструментами, как современные птицы и приматы, и кое-какая культура у них, вероятно, была — в том смысле, в каком приматологи выделяют культуры разных популяций обезьян.

Вот так-то: у тираннозавров, возможно, была культура!

Сколько человек съел бы тирекс на обед?



Вопрос чисто теоретический, но, согласитесь, интересный.

Им задался зоолог Луис Виллазон, и вот к каким выводам пришёл. Взрослый тираннозавр весил около семи тонн. В неделю крокодил съедает лишь около 5% веса своего тела, тогда как теплокровный хищник вроде льва должен съесть 25% своего веса. Метаболизм тираннозавра, вероятно, был где-то посередине — скажем, 15%. Это более тонны мяса в неделю, или примерно два чело-века в день. На самом деле высшие хищники обычно питаются гораздо реже, поэтому тираннозавр мог голодать месяц, а затем сразу съесть полный автобус путешественников во времени.



## Перепись тираннозавров

Немецкие палеонтологи решили пере-считать поголовье тираннозавров. Вышло, что где-то за год до конца мелового периода по Северной Америке, где они водились, разгуливало до 20 тысяч тирексов, а за всю историю этого прославленного рода — 1,7 миллиарда.

Это, конечно, лишь уязвимая для критики модель (уже не первая, уточнённая), основанная на исследованиях окаменелостей и массе допущений. В формулы этой модели входят такие любопытные параметры, как максимальная продолжительность жизни (28 лет), возраст половой зрелости (15 лет — как поздно она наступала, учитывая длину жизни! Но об этом спорят), число яиц в кладке (там вообще бурная дискуссия — считается, что тираннозавриха откладывала до трёх яиц в одну кладку и заводила до трёх кладок за жизнь, но автор исследования считает, что яиц было много больше).

Но где все эти гигантские скелеты? На сегодня найдены кости около сотни тирексов, а целых скелетов — штук тридцать. Где остальные 1,7 миллиарда? Палеонтологи, конечно, начнут занудствовать на тему, как плохо сохраняются кости... ^ \_ ^



# ЧТО НОВЕНЬКОГО НА ДРУГИХ ПЛАНЕТАХ?

Это истории о том, как человечество изучало другие планеты и их спутники в 2023 году. И о том, что нового мы узнали. Оказывается, совсем не мало! Только держитесь крепче за ручки кресел вашего космического корабля: от таких знаний голова может закружиться.

 Андрей Константинов 

# Открытия на лунном полюсе

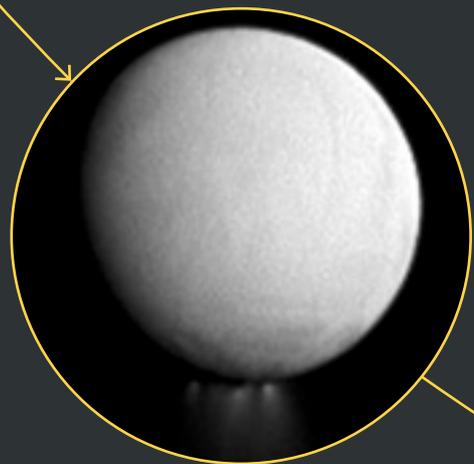


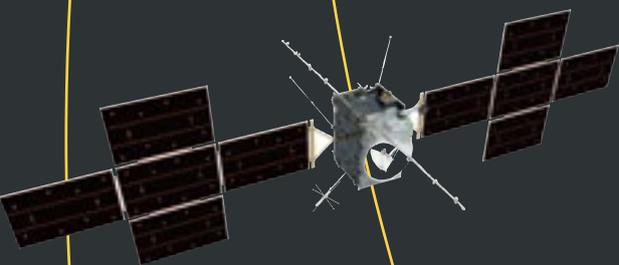
Чандраян, Прагьян, Викрам... Звучит как имена героев индийского фильма. Да, это связано с Индией. Но это не люди и они не танцуют. Речь об индийской лунной миссии «Чандраян-3». В августе модуль «Викрам» совершил мягкую посадку в районе Южного полюса Луны и начал исследовать местный грунт. Вокруг посадочного модуля ездил луноходик «Прагьян» и сканировал лунный грунт лазерным спектрометром в поисках льда и других ценных веществ. Воду, правда, не нашёл, зато обнаружил серу, а ещё алюминий, железо, кальций, хром, титан, марганец, кремний и кислород. А «Викрам» измерил температуру грунта в приполярной области. Оказалось, в лунный полдень грунт у поверхности намного горячее, чем думали учёные: около 70 °С. А на глубине всего восемь сантиметров уже -10 °С. Получается, эти сантиметры грунта — отличный теплоизолятор.

## Что увидел «Уэбб», взглянув на миры- океаны

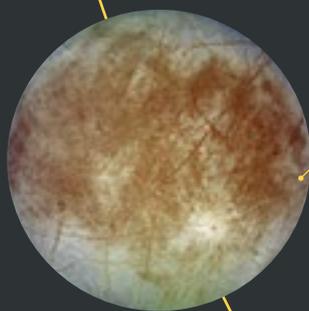


Немного об инопланетянах. Космический телескоп «Джеймс Уэбб» ищет инопланетную жизнь, в его научные задачи входит анализ атмосфер планет на расстоянии в сотни световых лет. Если он обнаружит в атмосфере метан, а лучше кислород, значит, планета — кандидат на наличие жизни. Но «Уэбб» наблюдает не только за экзопланетами. На несколько минут он обратил свой взор на Энцелад (спутник Сатурна) и Европу (спутник Юпитера). И обнаружил, что в атмосфере Европы есть углекислый газ (тоже неплохое условие для жизни), а знаменитые водяные гейзеры, прорывающиеся сквозь лёд Энцелада, бьют намного дальше, чем думали учёные. Это расстояние во много раз превышает диаметр самого Энцелада, так что гейзеры могут выбрасывать в космос органику или споры бактерий. Представляете — жизнь, несущаяся к новым мирам в струе пара! Вы спросите, откуда берётся энергия в этих тёмных океанах, спрятанных от солнца под многокилометровой толщей льда? Мирам-океанам даёт энергию огромная приливная сила планет-гигантов Юпитера и Сатурна.

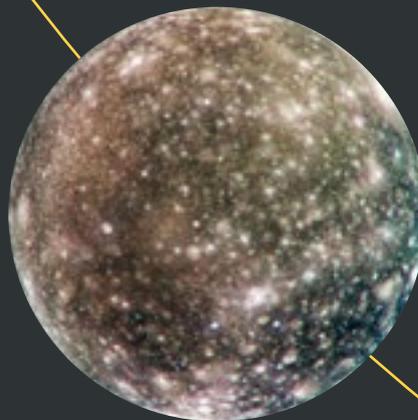
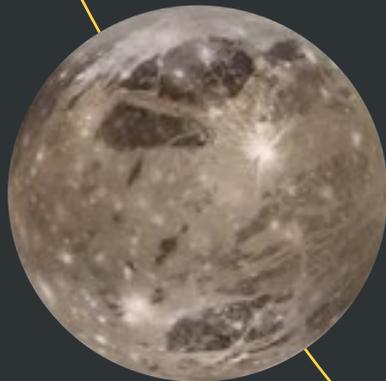




Продолжаем поиски жизни. Европейское космическое агентство запустило миссию к трём спутникам Юпитера: Европе, Ганимеду и Каллисто. Но запаситесь терпением: путь межпланетной станции JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer) займёт восемь лет. Аппарат достигнет Юпитера летом 2031-го и проработает в его окрестностях четыре года. Как предполагают учёные, Европа, Ганимед и Каллисто покрыты слоем льда толщиной в десятки километров. Под ним находятся огромные океаны — возможно, в сотни километров глубиной. На Европе, например, воды может быть в три раза больше, чем на Земле. Задачей аппарата JUICE станет всестороннее исследование условий, сложившихся подо льдами. Нет, пробуриться и запустить подводную лодку пока не получится. Но можно же посмотреть сквозь лёд. Для этого у аппарата есть различные камеры, магнитометр, детекторы частиц, радар и лидар. Мы узнаем не только глубину и солёность океанов на лунах Юпитера, но и есть ли там органика.

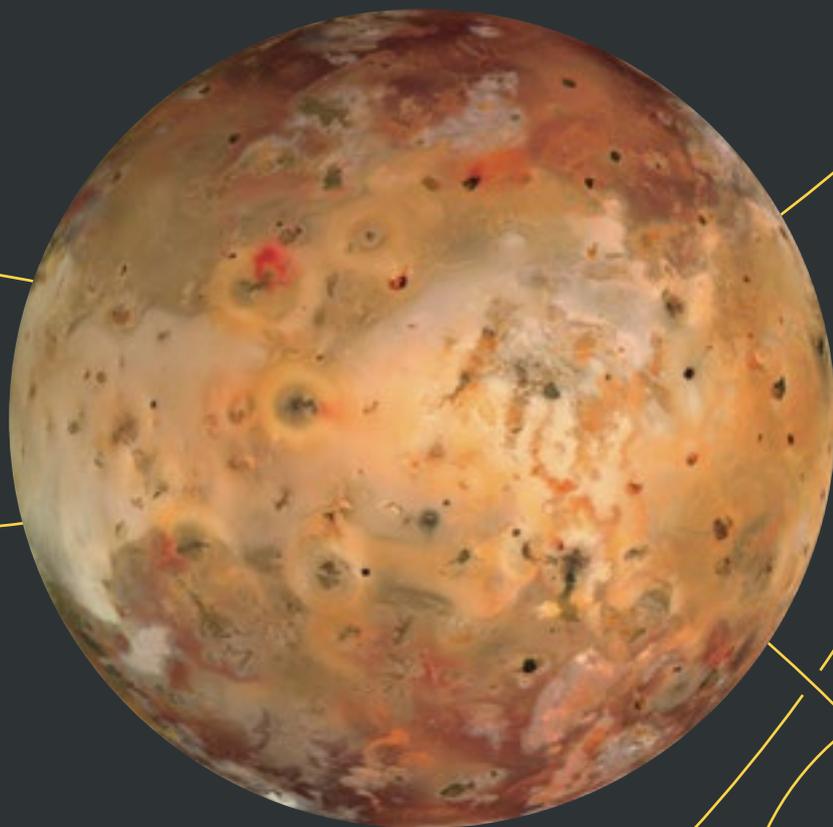
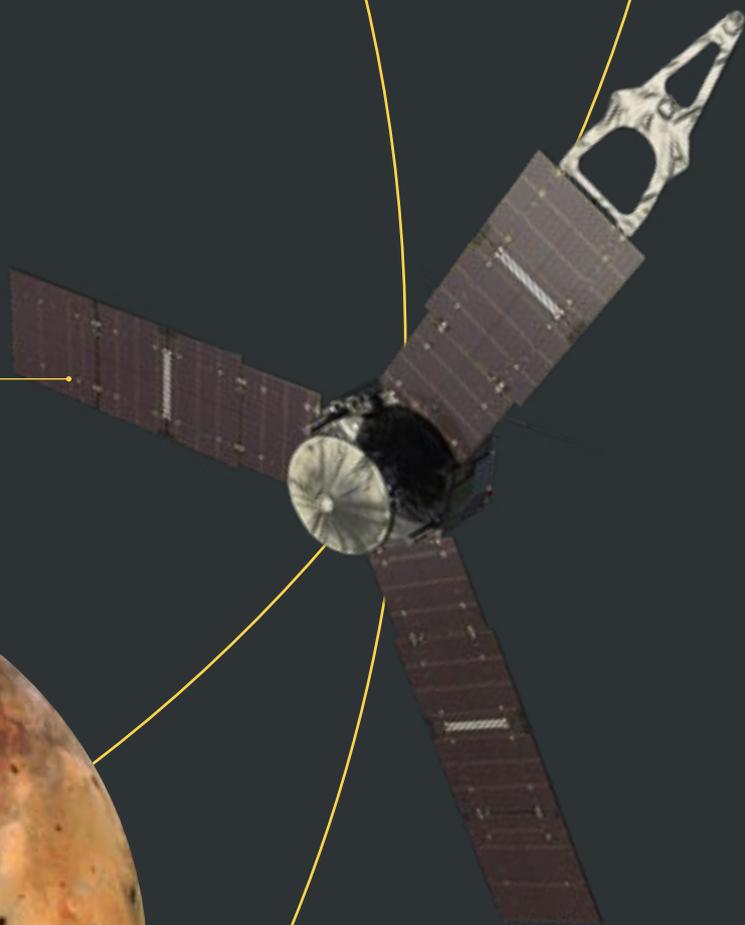


«Ставлю на то, что на Европе есть жизнь, — говорит профессор Льюис Дартнелл, астробиолог из Университета Вестминстера. — Вероятность этого гораздо выше, чем шанс, что жизнь есть на Марсе».



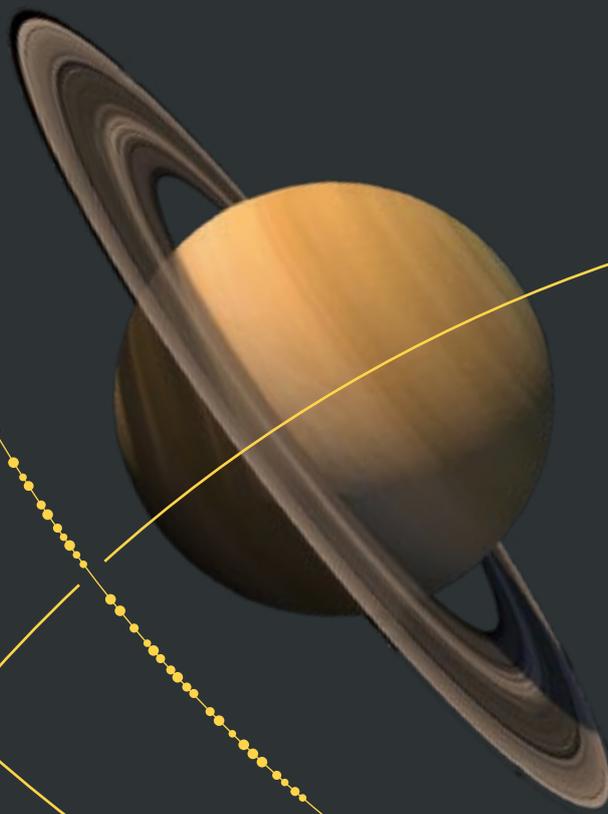
## К тайнам трёх океанов

Тем временем зонд «Юнона» кругами приближается к Ио, самому близкому спутнику Юпитера. Спутник покрыт извергающимися вулканами, озёра там заполнены расплавленной серой, потоки лавы растекаются на сотни километров. Это самое вулканически активное тело в Солнечной системе, а виноват Юпитер, создающий приливные взаимодействия своим сверхмощным гравитационным полем. Сопоставляя данные с пролётов «Юноны» над Ио, планетологи изучают вулканическую активность, частоту и силу извержений. Пока нашли 266 активных вулканов, по-видимому объединённых подземным океаном магмы.



## Подземный океан магмы на Ио

# Сатурн чемпион!



Кстати, у какой планеты Солнечной системы больше всего спутников?

Конечно у Сатурна — целых 145! Эта планета оказалась победителем в давнем споре с Юпитером, у того всего 92 спутника. Правда, до финала ещё далеко.

Сатурну помогла группа астрономов во главе с Эдвардом Эштоном из Университета Британской Колумбии. За последние пару лет по снимкам наземного телескопа CFHT они обнаружили 62 новых спутника диаметром 2–5 километров. Но ведь есть тысячи спутников меньше километра в поперечнике. Их пока не умеют искать, а если найдут?

Но если сравнивать не число, а размер спутников, чемпионом будет Юпитер со своим Ганимедом, радиус которого 2634 километра — в полтора раза больше нашей Луны.

Если вы смотрели фильм «Интерстеллар», вас могли удивить каменные облака, по которым прыгают герои на одной из планет. Кажется, тут сценаристы явно переборщили. Но... телескоп «Джеймс Уэбб» изучил самую большую планету во Вселенной и нашёл на ней кварцевые облака.

Дитсо, или WASP-17 b, — очень интересная планета, расположенная сравнительно недалеко от Земли, всего в 1300 световых годах. Это горячий газовый гигант, который вращается в обнимку со своей звездой — на расстоянии в одну восьмую дистанции между Меркурием и Солнцем.

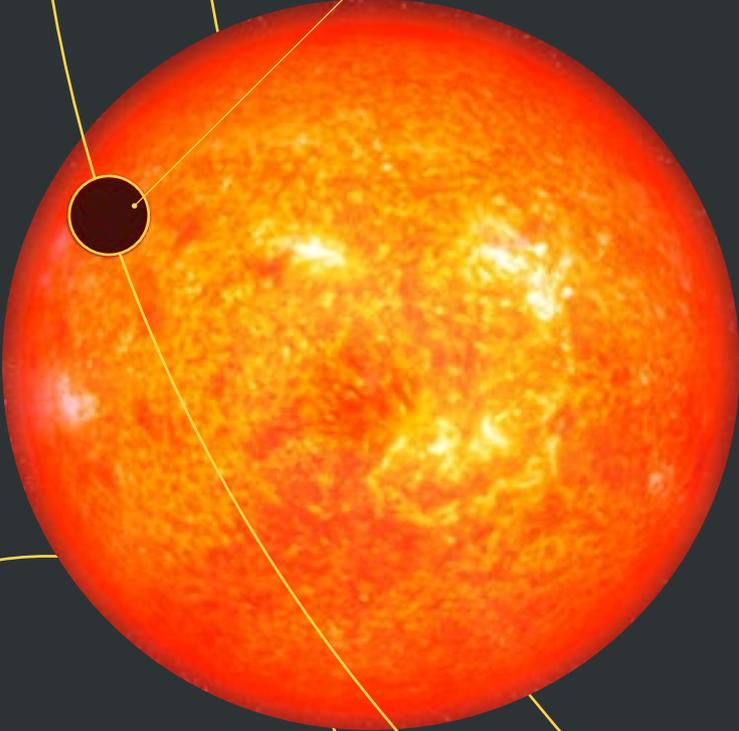
Это самая большая планета из известных на сегодня. Дитсо в семь раз крупнее Юпитера и состоит почти из одной атмосферы: водород, гелий плюс небольшие добавки водяного пара и углекислого газа. Хотя сама планета в основном газообразная, облака на ней «каменные», ну, или «стеклянные» — они в значительной степени состоят из нанокристаллов кварца ( $\text{SiO}_2$ ). Это, конечно, не камни в привычном понимании, а скорее пыль. По химическому составу почти то же самое, что и обычный земной булыжник. В отличие от фильма, учёные не высаживались на этой планете и вряд ли смогут это сделать в ближайшие столетия. Данные о кварцевых облаках были получены в результате спектрального анализа.

Но если вы всё-таки соберётесь лететь на Дитсо, имейте в виду, что там очень большая разница температур: от 725 °C на ночной стороне до 1725 °C на дневной.

## Облака из кварца

Большая часть звёзд — 70% — это красные карлики, дающие намного меньше света и тепла, чем жёлтые, такие как Солнце. Каменные планеты, вращающиеся в их зоне жизни, то есть не слишком далеко и не слишком близко от звезды, это в основном так называемые планеты-глаза, которые всегда смотрят на свою звезду одной стороной, как Луна на Землю.

Получается, большинство обитаемых планет должны выглядеть совсем иначе, чем наша. Жизнь там может существовать не на всей поверхности, а лишь на границе между огненным и ледяным адом. Планетологи попытались смоделировать условия в таких «планетарных поясах жизни» между вечным днём и вечной ночью. Оказалось, там по-своему неплохо: тепло и сыро, климат ветреный, но умеренный и стабильный, вода жидкая — выжить можно. Выходит, средний инопланетянин живёт совсем не так, как мы. За окном у него всегда рассвет или всегда закат, а лето и зима тоже всё время рядом, по ободку кольца жизни. ^\_^



## Как живёт средний инопланетянин

# Куда прыгают транспозоны

Суетливые пассажиры  
нашего генома

Запомните слово — транспозоны. Это, наверное, самые хулиганские участки генома. Они могут перемещаться, как им вздумается, нарушать работу одних генов и вызывать болезни — и в то же время могли стать причиной эволюционного прорыва. Открыли их ещё в середине XX века, даже Нобелевскую премию за это дали. Однако долгое время эти участки, составляющие чуть ли не половину человеческого генома, оставались загадкой для мировой науки. Откуда взялись? Как работают? Для чего нужны? Чем опасны? Только сейчас на эти вопросы начали появляться ответы, и то не окончательные.

✍ Михаил Орлов

## Пёстрое население генома

Вспоминаем школьную биологию. Геном *Homo sapiens* — это огромный текст длиной в три миллиарда букв-нуклеотидов. Его алфавит состоит всего из 4 символов: аденина, цитозина, тимина и гуанина (A, C, T, G). Для удобства весь опус разбит на 23 «тома», то есть пары хромосом, среди которых одна выделяется своей непохожестью — это половые хромосомы X и Y. Наш геном — и инструкция по изготовлению человека, и рассказ о длинной череде предков, оставивших в ДНК свой след, и место постоянных активных изменений. Геном очень неоднороден — скажем так, населён очень разными типами последовательностей ДНК. Они устроены по-разному, выполняют различные функции и тем не менее хорошо уживаются на одной и той же молекуле ДНК — сотрудничая, соперничая и всё время меняясь. Самые известные жители генома — это кодирующие области генов. Они имеют чёткую организацию и всегда состоят из следующих друг за другом трёхбуквенных

«слов». С генами соседствуют регуляторные участки, которые управляют их работой. Много чего есть в нашем геноме. Но в этом тексте мы поговорим о, пожалуй, самых необычных и своенравных жителях генома — транспозонах, или мобильных генетических элементах, известных также как «прыгающие гены».

## История Барбары и кукурузы

На заре современной генетики даже мысль, что участки ДНК могут перемещаться



по геному, казалась дикостью. Представьте, что в книге, которая стоит у вас на полке, один кусок текста вдруг сам переполз из начала в конец. Открываете вы пьесу «Гроза», и выясняется, что Катерина сначала утопилась в Волге, а уже потом пошла гулять с Борисом.

Мы привыкли видеть в генетической информации что-то очень стройное, точное и логичное — вроде математических выкладок. Но у природы, как водится, на этот счёт имеется собственное мнение. Первой предположение о «генной чехарде» ещё в далёкие 1940-е годы высказала

## ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ

американский генетик Барбара Мак-Клинтон. Всю свою жизнь она изучала кукурузу (а точнее, её геном) и сумела сделать ряд важных открытий — например, описала кроссинговер, то есть обмен хромосом участками.

Мак-Клинтон подметила, что в кукурузных початках могут соседствовать зёрна с разной окраской. Одни бледные, другие ярко окрашены, третьи и вовсе крапчатые — покрыты тёмными пятнами. Выходит, что одни зёрна или отдельные их части лишены пигмента, а в других его намного больше. Из этого следовало, что и клетки в них имеют генетические различия. Пытаясь объяснить происходящее, Мак-Клинтон предположила: в геноме есть нечто, что прыгает с места на место и за счёт этого включает и выключает гены. То есть на бледном участке пёстрой зерновки это нечто ген поломало, а в соседних цветных — не тронуло или даже включило на полную, прибавив яркости. Свою смелую идею она изложила коллегам — и была жестоко осмеяна, её даже



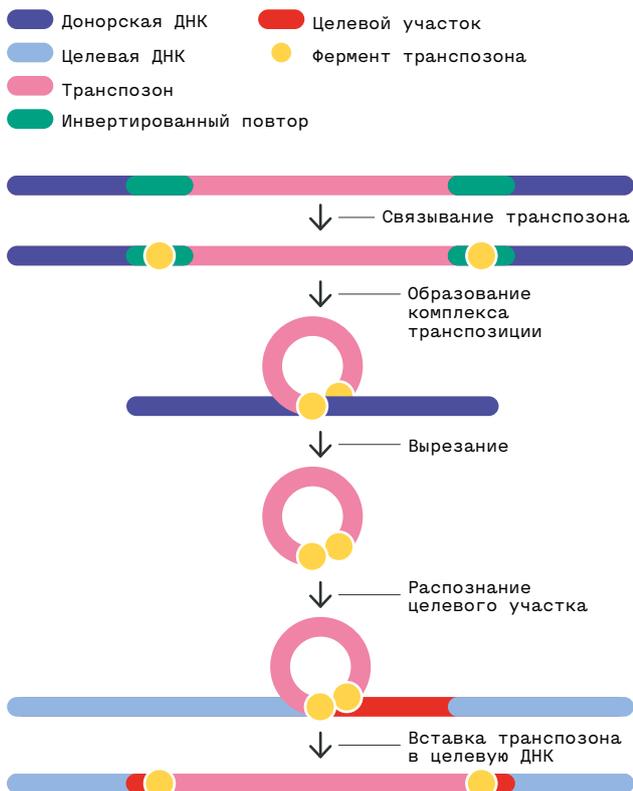
назвали сумасшедшей. Но это не остановило мужественную Барбару, она продолжила свою работу, посвящённую перемещениям ДНК по геному. Прошло немало времени, прежде чем стало ясно — Мак-Клинтон была права: и всё-таки они прыгают! Причём не только в геноме кукурузы, а почти во всех известных живых существах, занимая при этом большúю, а то и большúю часть их геномов.

В 1983 году, будучи уже в очень пожилом возрасте, Мак-Клинтон получила высшую форму признания своей правоты — Нобелевскую премию.

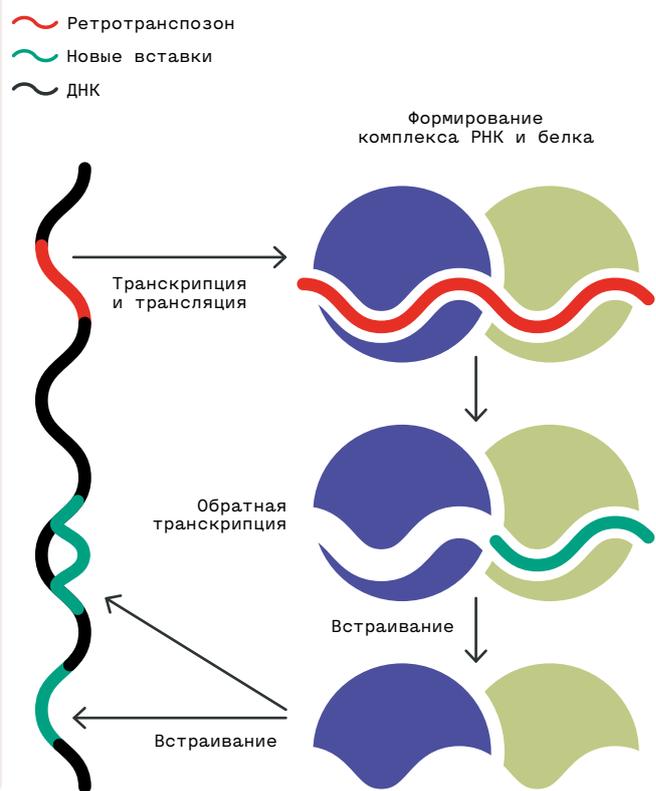
## Транспозоны в стиле ретро

С тех пор прошло много лет и генетики открыли множество различных транспозонов, разделив их на две основные группы. Первая — это ДНК-транспозоны, названные так потому, что перемещаются именно в виде дезоксирибонуклеиновой кислоты. Той самой, из которой состоит и сам геном. Они выпрыгивают из одного его

### ДНК-транспозоны



### РНК-транспозоны



участка, некоторое время плавают и затем садятся в другое место. Такой механизм транспозиции (перемещения по геному) называется «копировать и вставить» — он действительно очень похож на то, что мы делаем на компьютере с помощью буфера обмена.

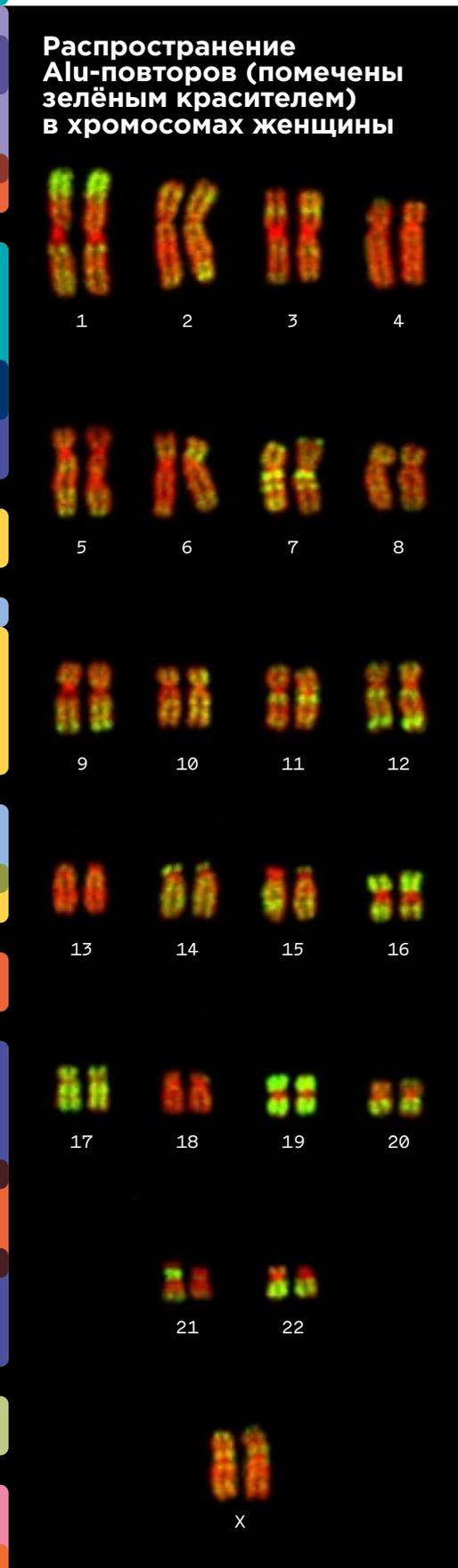
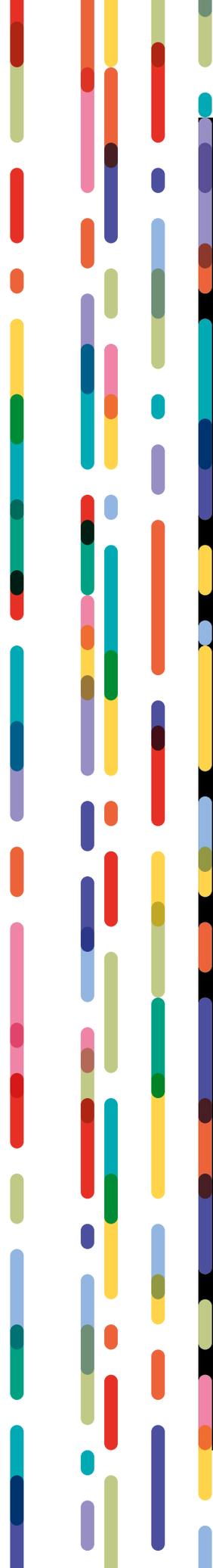
РНК-транспозоны устроены иначе. Они начинают свою мобилизацию (движение мобильных генетических элементов) как кусочек ДНК, а затем оказываются переведены в форму РНК. Это довольно необычно, поскольку чаще всего РНК считывается с ДНК в ходе так называемой транскрипции (от латинского «переписывание»). Для того чтобы произошёл противоположный процесс — синтез ДНК на матрице РНК, или обратная транскрипция, — РНК-транспозонам требуются особые белки. Их используют и некоторые вирусы — ретровирусы, само название которых содержит явный намек на «движение назад, обратно». К ним относятся ВИЧ и многие вирусы, связанные с развитием рака. Поэтому РНК-транспозоны называются также ретротранспозонами — у них и правда есть что-то общее с ретровирусами.

Ретротранспозонов много, и они сами делятся на группы. Одни покрупнее и содержат инструкции для сборки собственных белков. Благодаря этому они автономны, то есть могут сами размножаться и перемещаться по геному. Другие покороче, они нуждаются в помощи «старших братьев» — автономных транспозонов — а точнее, в их белках.

## История транспозонов как история обезьян

Один из ретротранспозонов имеет особое значение для человека — работы его генома и эволюции. Речь об Alu-повторах — их название не слишком информативно, это просто сокращение от имени бактерии *Arthrobacter luteus*, с помощью фермента которой такие транспозоны выделили впервые.

В ДНК каждого из нас имеется множество Alu-повторов: более миллиона копий, разбросанных по всему геному. Вместе они занимают примерно 10% человеческой ДНК. Те же самые повторы удалось обнаружить



## ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ

у наших ближайших родичей — приматов, но не представителей других групп млекопитающих. Впрочем, у грызунов имеются родственные Alu-повторам транспозоны B1 — они произошли от общего предка. Анализ транспозонов множества зверей позволил реконструировать эволюцию как самих прыгающих генов, так и их хозяев. Теперь мы знаем, что предок Alu возник в мезозойской эре, когда на Земле ещё бродили динозавры. В начале нынешней, кайнозойской эры Alu-повторы уже обрели современную форму и поселились в геномах первых приматов. Время шло, обезьяны менялись, давали начало новым видам, а Alu были заняты собственной эволюцией. Они расплзались по геному — сначала быстро, потом из-за механизмов, которые защищают геном от таких набегов, — всё медленнее. В них возникали и копились мутации, которые передавались новым поколениям и за счёт этого сохранили летопись развития обезьяньего рода, в том числе и человека. Такие молекулярно-генетические «окаменелости» в геномах ныне живущих существ помогают понять ход эволюции не хуже, чем кости и отпечатки лап. Принцип, в общем, прост: чем более родственны виды, тем сильнее напоминают друг друга Alu-повторы в их геномах.

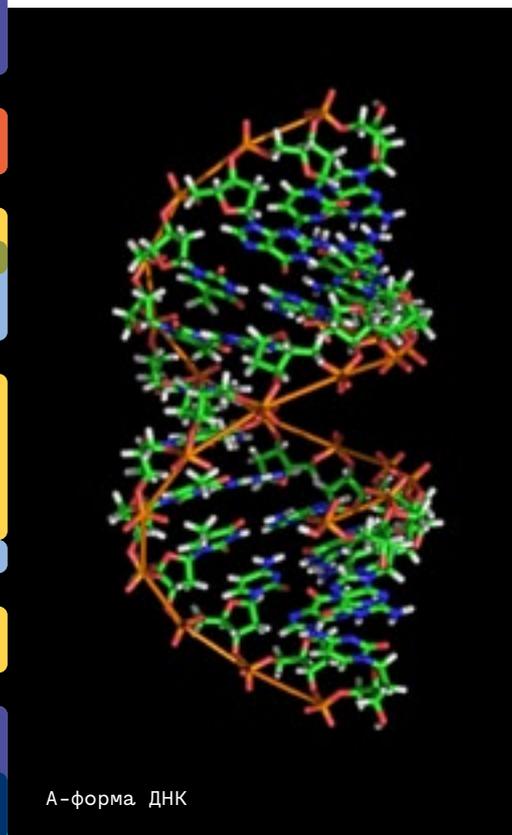
### Осторожно, транспозоны!

Сотни миллионов лет эволюции на фоне суматохи транспозонов, которые размножались и наполняли геном, не прошли для нас даром. Уже Мак-Клинтон поняла, что прыжки транспозонов могут резко изменить работу генов. В зависимости от того, где окажется транспозон, может измениться структура гена, увеличиться или уменьшиться его активность и т. д. К тому же, отправляясь в путь, транспозоны могут прихватить с собой за компанию соседние участки ДНК — и вместе с ними встроиться в новое место. Некоторые транспозоны, находящиеся в разных хромосомах, особенно Alu, из-за сходства последовательностей могут буквально запутаться в ходе взаимодействия хромосом при делении клетки. В результате те обменяются своими фрагментами, участки ДНК развернутся

задом наперёд или просто потеряются — как чемодан при переезде впопыхах.

Нетрудно догадаться, что чаще всего бесчинства транспозонов сильно вредят геному — тонко отлаженному механизму со множеством регулирующих связей. Действительно, описана связь непосредливой ДНК с развитием множества болезней: гемофилии, иммунодефицита, порфирии (из-за которой люди становятся похожи на вампиров).

Ещё опаснее то, что хаос в геноме — геномная нестабильность, которой сильно способствует неумеренная транспозиция, —



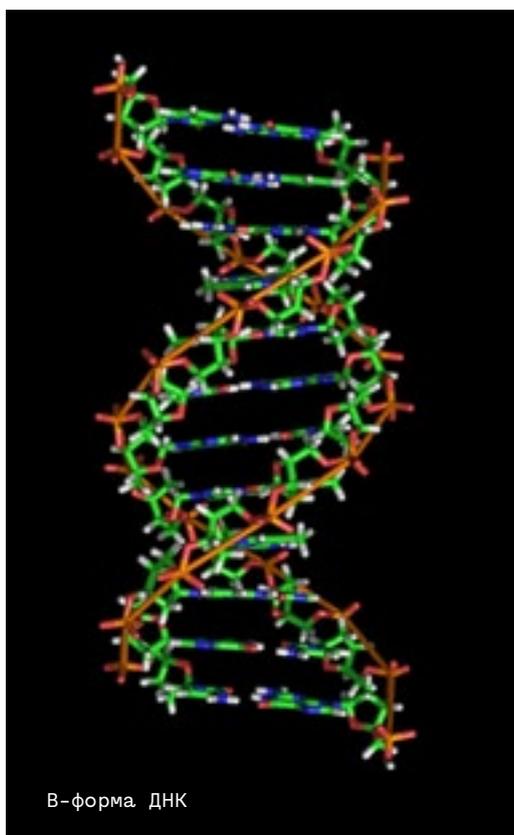
повышает риск развития онкологических болезней.

К счастью, геном умеет защищать свои интересы и стабильность: он постепенно подавляет слишком активную чехарду транспозонов. Например, прикрепляет к ним своеобразные химические «заглушки» — метильные группы, которые делают участок ДНК неактивным. В ходе эволюции даже самые ретивые транспо-

зоны со временем остепеняются: те же Alu-повторы за время эволюции приматов настолько сбавили обороты, что стали перемещаться по геному в 20 раз меньше.

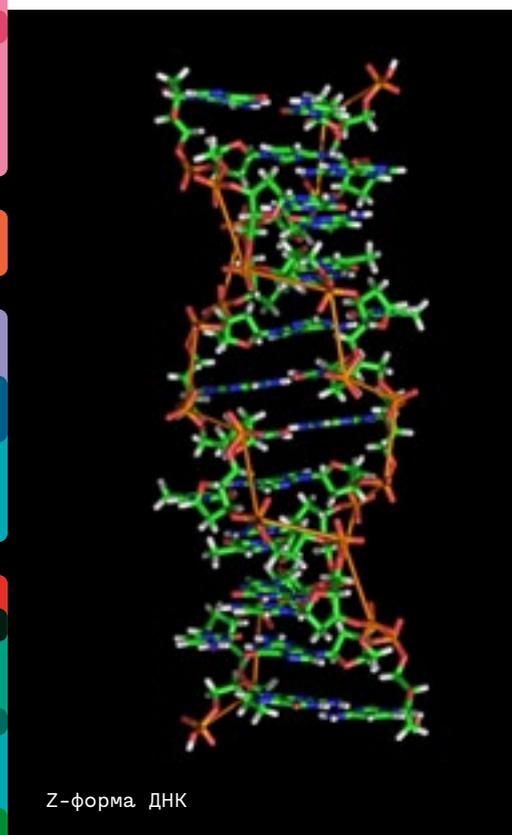
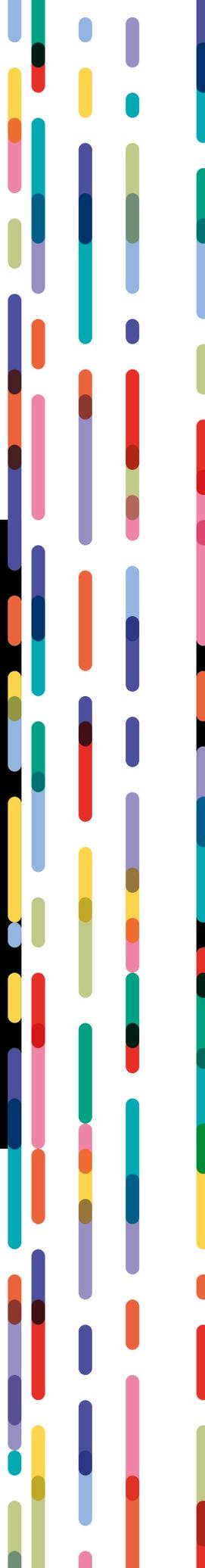
## Хороший, плохой и эгоистичный

Но не всё так однозначно. В действительности прыгающие гены приносят организм и немалую пользу. Поэтому их уже не рассматривают как «мусорную ДНК» — бесполезных паразитов, живущих за счёт соседей, добропорядочных и организованных генов. Эти последовательности



очень динамичны и плохо предсказуемы, благодаря чему служат эдаким горнилом, в котором эволюция выплавляет что-то совершенно новое.

Подвергаясь мутациям, транспозоны принимают на себя удар, который мог достаться генам, — а такое чаще всего не слишком хорошо заканчивается. Более того, в прошлом бурная активность транспозонов помогла животным приобрести



эффективно размножиться и передаться новым поколениям. При этом организмы и их геномы — среда обитания эгоистичных ДНК — вынуждены считаться со своими «пассажирами», с которыми навсегда связаны противоречивой и неразрывной связью. Такие сложные взаимодействия вот уже миллиарды лет подряд создают увлекательную историю жизни на Земле. ^\_^

# Гигантские вирусы управляют эволюцией?

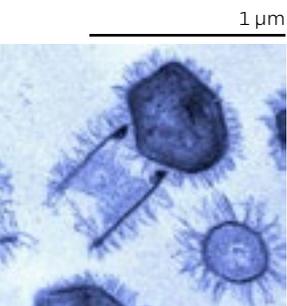
## Семь научно-популярных удивлений



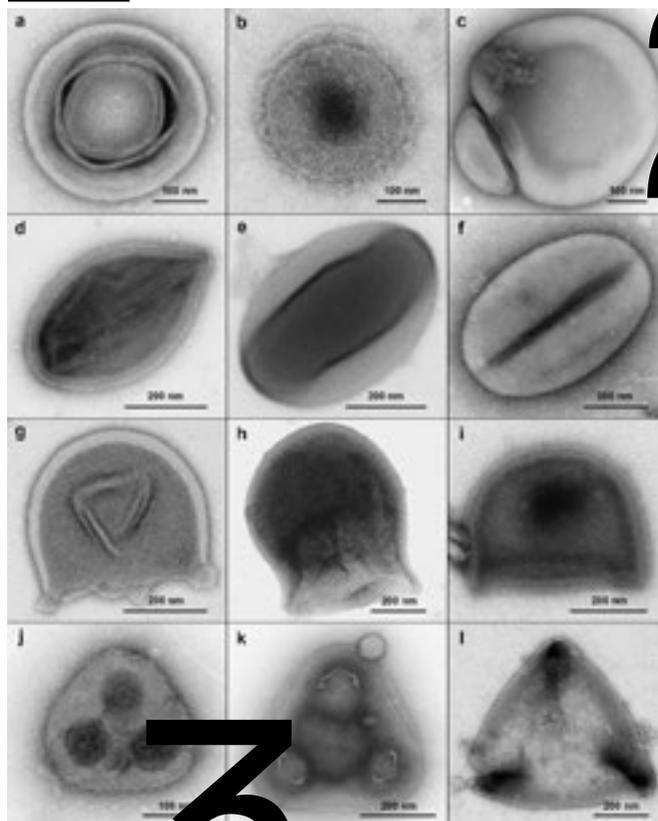
Для чего работает редакция «Кота Шрёдингера»? Для многих из нас главный мотив — любопытство. Новости науки заставляют по-детски удивляться тому, как интересно устроен наш мир и как много могут рассказать о нём учёные. Одно из сообщений в научном журнале Science заставило нашего редактора Андрея Константинова удивиться сразу семь раз.

# 1.

Открытие сделали не в каком-нибудь экзотическом месте, а в Гарвардском лесу, то есть неподалёку от Массачусетского технологического института и Гарвардского университета. Случилось это в 2003 году.



a—c 100 nm



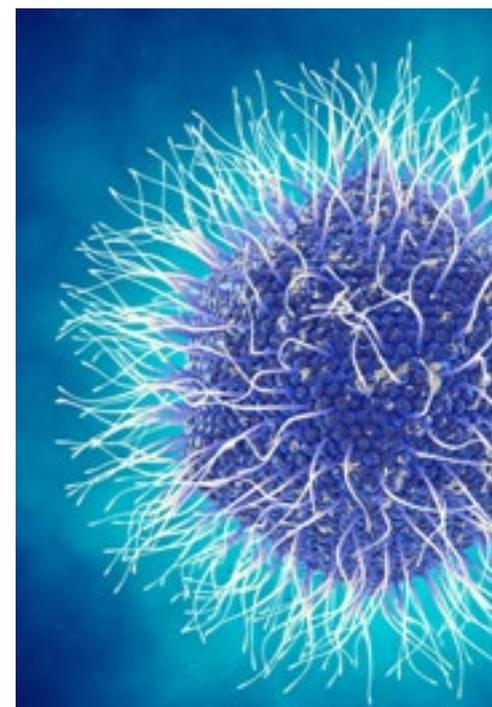
d—l 200 nm

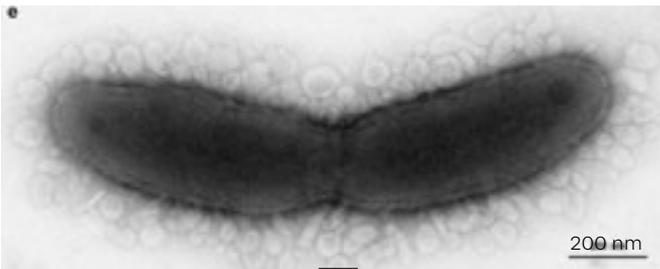
# 2.

В почве нашли целый зоопарк огромных вирусов размером с бактерию — их видно в обычный микроскоп. Вирусы-гиганты оказались очень распространёнными.

# 3.

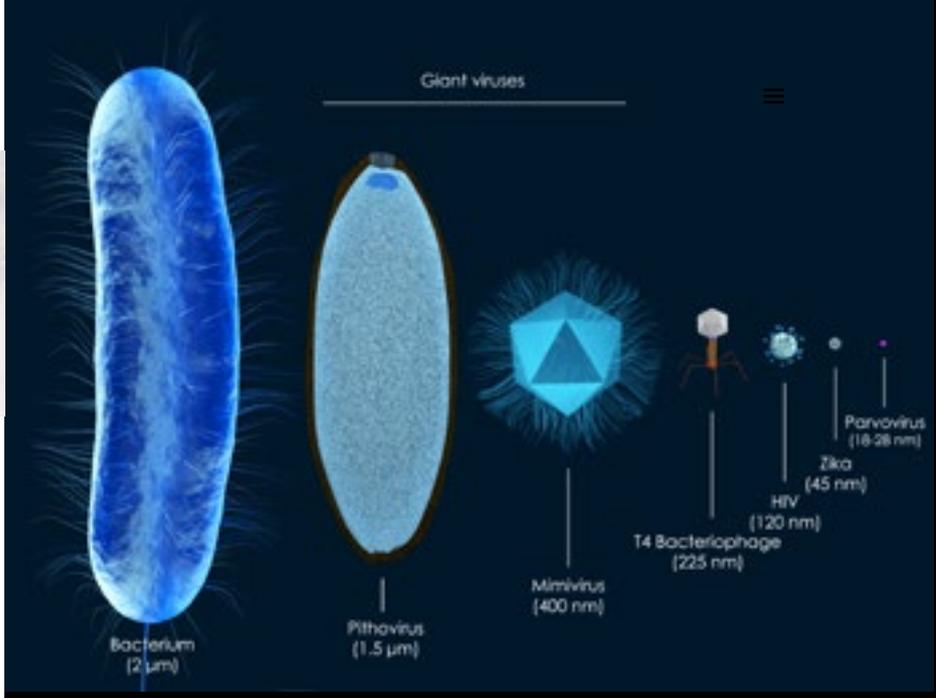
У этих вирусов геном часто бывает больше, чем у гораздо более сложных организмов.





# 4.

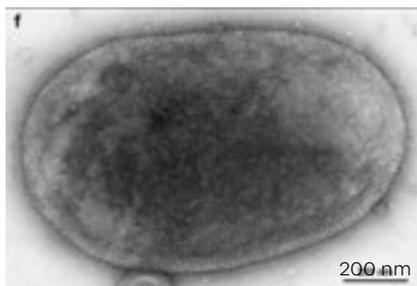
Гигантские вирусы могут встраивать куски своих здоровенных геномов в организмы, которые заражают, например в водоросли. Такие инъекции генетического материала способны влиять и на жизнь хозяина, и на экологию, и на эволюцию в целом.



# 5.

Всё ещё сложнее. Вирусы-гиганты умеют не только отдавать, но и брать, а потом снова отдавать. Например, они включают в свою ДНК гены, заимствованные у водорослей, а потом передают их другим видам водорослей, играя роль ускорителей эволюции. Возможно, обмен генами с помощью вирусов помог водорослям достичь такого разнообразия.

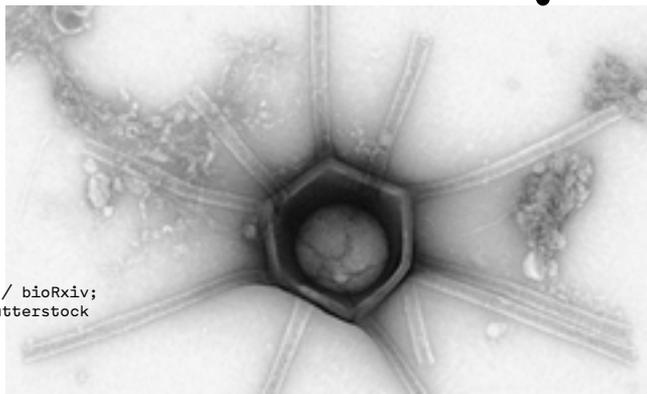
# 6.



Другие гигантские вирусы заражают амёб и прочие пресноводные организмы, но больше всего их в почве, которая содержит 97% вирусных частиц на Земле.

# 7.

А ещё эти вирусы удивляют своим «инопланетным» видом. Среди них, например, вирус с длинными трубчатыми придатками, который исследователи ласково назвали **Горгоной**, а ещё «**волосатые**» вирусы, покрытые чем-то вроде волосовидных отростков.



# 300 ЛЕТ АКАДЕМИИ НАУК:

Российской академии наук в 2024 году исполняется 300 лет. Академия наук и художеств была основана в Санкт-Петербурге по распоряжению Петра I указом Правительствующего сената 28 января (8 февраля по новому стилю – теперь это День науки в России) 1724 года. «Кот Шрёдингера» публикует фрагменты выставки, посвящённой этой знаменательной дате. Выставка была впервые представлена на Конгрессе молодых учёных в Сочи в ноябре 2023 года.

# ОСНОВНЫЕ ВЕХИ

**1724**

**28 января (8 февраля) Академия наук и художеств в Санкт-Петербурге** основана именованным указом императора Петра I Сенату. Согласно указу, каждый академик должен ежедневно заниматься публичным преподаванием своего предмета и составить учебник для юношества.



**1719–1726**

Состоялась первая научная экспедиция в Сибирь «для изыскания всяких раритетов и аптекарских вещей: трав, цветов, корней и семян и прочих принадлежащих статей в лекарственные составы». Её возглавил Даниэль Готтлиб Мессершмидт.



**1725–1730**

Первая Камчатская экспедиция во главе с Витусом Берингом картографировала северо-восточные берега Азии.

**1736**

Опубликована «Механика, или Наука о движении, изложенная аналитически» Леонарда Эйлера.

**1747**

**Императорская академия наук и художеств**  
Принят первый устав академии — «Регламент».



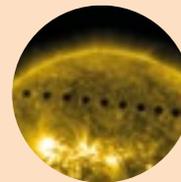
**Леонард Эйлер** (1707–1783), академик, один из величайших математиков в истории человечества. XVIII век в математике называют веком Эйлера. Основатель русской традиции математики и теоретической физики.



**Михаил Ломоносов** (1711–1765), первый крупный русский учёный-естествоиспытатель, академик, создатель физической химии, молекулярной теории теплоты, теории атмосферного электричества. Автор проекта Московского университета.

**1748**

Благодаря усилиям Михаила Ломоносова создана первая в России химическая лаборатория. Год спустя учёный открывает здесь закон сохранения массы.



**1761**

Михаил Ломоносов установил наличие атмосферы у Венеры.



1803

**Императорская академия наук**  
Принят «Регламент» Александра I.

1804

С помощью академиков основано четыре новых университета: Дерптский, Виленский, Харьковский и Казанский.

1832

Труд Николая Лобачевского «О началах геометрии», положивший начало неевклидовой геометрии, был представлен в Академию наук.

1836

**Императорская Санкт-Петербургская Академия наук**  
Утвержден новый устав.

1853

Николай Пирогов сделал хирургию более щадящей. В Крымскую войну его практика применения гипса спасла многих от ампутации, он массово применял анестезию, изобрёл технологию военно-полевой хирургии, создал топографическую анатомию.



**Степан Румовский** (1734–1812), выдающийся академик второго поколения, математик, астроном, переводчик. Ученик Ломоносова и Эйлера. Автор проекта и первый попечитель Казанского университета, способствовал расцвету гения Лобачевского в Казани.



**Николай Зинин** (1812–1880), академик, выдающийся химик, ученик Лобачевского (который убедил юношу стать химиком, а не физиком) и учитель Бутлерова. Придумал новый, прогрессивный способ получения нитроглицерина для нужд артиллерии. Это открытие впоследствии помогло его другу, промышленнику Альфреду Нобелю заработать миллионы на динамите и учредить престижную научную премию — Нобелевскую.

1870–1886

Николай Пржевальский совершил четыре путешествия в Среднюю Азию, где нашёл и описал 1700 новых видов растений, сотни видов птиц и млекопитающих.

1869

Дмитрий Менделеев сдал в набор рукопись «Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве».

1858

Александр Бутлеров предложил объяснение структуры химических молекул.



**Дмитрий Менделеев** (1834–1907) совершил одно из крупнейших открытий в истории мировой науки — создал первый целостный вариант Периодической таблицы химических элементов. Кроме того, учёный:

- исследовал газы, которые могли бы применяться для полётов в высокие слои атмосферы;
- усовершенствовал способы перегонки нефти;
- описал потенциал Донецкого угольного бассейна для промышленности;
- создал экономическую теорию поддержки нарождающейся индустрии страны.

«...Служба моя Родине наименее видна, хотя заботила меня с юных лет по сих пор. Это служба по мере сил и возможности на пользу роста русской промышленности».

1904

**Ивану Павлову** присуждена Нобелевская премия. Павлов открыл условные и безусловные рефлексы и сформулировал принципы работы нервной системы, которые легли в основу науки о высшей нервной деятельности.

1904–1906

Николай Жуковский, отец аэродинамики, создал и опубликовал математическую теорию воздушного полёта.

1908

Илья Мечников получил Нобелевскую премию за разработанную им теорию иммунитета.

1914

Российская империя стала одной из стран — лидеров в области массового получения высшего образования: количество студентов высших технических, военно-инженерных и коммерческих училищ достигло 40–45 тысяч. Сотни молодых учёных стояли на пороге новых открытий.

1917

Николай Кольцов возглавил Институт эволюционной биологии (сейчас ИБР РАН). Кольцов создал теорию мутагенеза и хромосомной наследственности, положившую начало отечественной генетике.

**Российская Академия наук**  
Впервые состоялись выборы президента академии.



1921

Борис Кустодиев написал картину «Портрет профессоров П. Л. Капицы и Н. Н. Семёнова». «Перед вами будущие нобелевские лауреаты», — сказали художнику молодые Пётр Капица и Николай Семёнов. Действительно оба впоследствии получили Нобелевскую премию.

1918

При академии появилась сеть научно-исследовательских институтов. Началась эпоха бурного институционального роста отечественной науки.

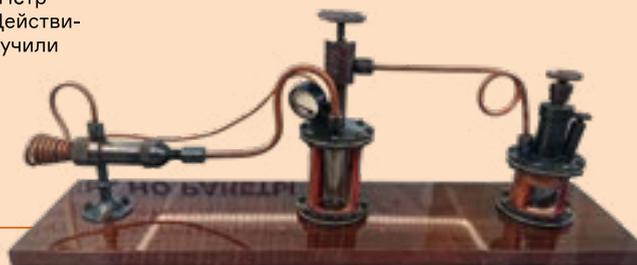


1925

**Академия наук СССР**  
Новый устав Академии утверждён в 1927 году.

1931

Создана Группа изучения реактивного движения (ГИРД). Один из участников объединения — будущий академик Сергей Королёв. ГИРДовцы в шутку расшифровывали аббревиатуру как «группа инженеров, работающих даром». Впрочем, уже в 1932 году финансирование было получено.



1934

Пётр Капица возглавил Институт физических проблем. Учёный предложил способ производства жидкого кислорода из воздуха для нужд промышленности, а в 1938 году сделал важнейшее фундаментальное открытие нового состояния вещества — сверхтекучести жидкого гелия.

1934

Президиум Академии наук СССР и ряд академических учреждений переведены из Ленинграда в Москву.

1941

23 июня состоялось расширенное заседание Президиума Академии наук СССР, на котором обсуждалась перестройка деятельности научных учреждений в условиях военного времени: «Все силы, все знания — победе».

1943

Игорь Курчатов и Анатолий Александров (президент Академии наук в 1975–1986 годах) возглавили атомный проект. Первое испытание плутониевой бомбы состоялось шесть лет спустя, в 1949 году.



1953

Для решения задач, связанных с программами атомной и термоядерной энергетики, исследования космического пространства и ракетной техники, сформирован Институт прикладной математики. Организатором и директором института стал Мстислав Келдыш.

1952

Александр Прохоров и его аспирант Николай Басов доказали принципиальную возможность создания лазера. За это открытие учёным в 1964 году была присуждена Нобелевская премия.

1950

Лев Ландау с учениками Виталием Гинзбургом и Алексеем Абрикосовым разработали теорию сверхпроводимости. Гинзбург и Абрикосов получили за это Нобелевскую премию — правда, только через полвека, в 2003 году; сам же Ландау стал нобелевским лауреатом в 1962 году «за пионерские исследования в области теории конденсированного состояния».

1954

Введена в эксплуатацию первая в мире атомная электростанция — Обнинская АЭС.

Создан токамак — тороидальная камера с магнитными катушками, прообраз термоядерного реактора.

1957

Запущен первый искусственный спутник Земли.



1963

Жорес Алфёров получил патент на гетеропереходы в полупроводниках. Учёный и его коллеги создали полупроводниковый лазер, нашедший применение в оптоволоконной связи и солнечных батареях, в сфере лазерной глазной хирургии, на космических станциях. За развитие полупроводниковых гетероструктур для высокоскоростной оптоэлектроники Алфёров в 2000 году удостоен Нобелевской премии.



1968

Александр Спиринов вместе с коллегами описал фундаментальный процесс молекулярной биологии — механизм синтеза белков на рибосоме.

1969

Владимир Скулачёв и его коллеги открыли механизмы клеточного дыхания, выработки энергии в организмах.

1973

Начались эксперименты в подземной Баксанской нейтринной обсерватории.

1991

**Российская академия наук**  
Издан указ президента РСФСР о переименовании академии.

## 2011

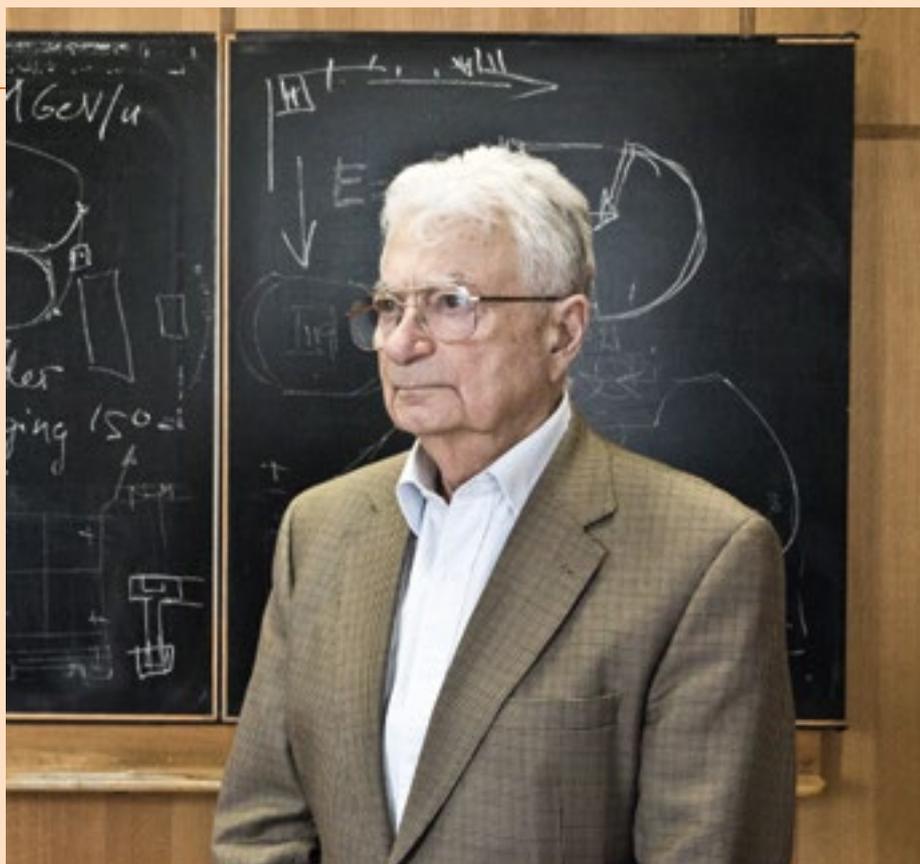
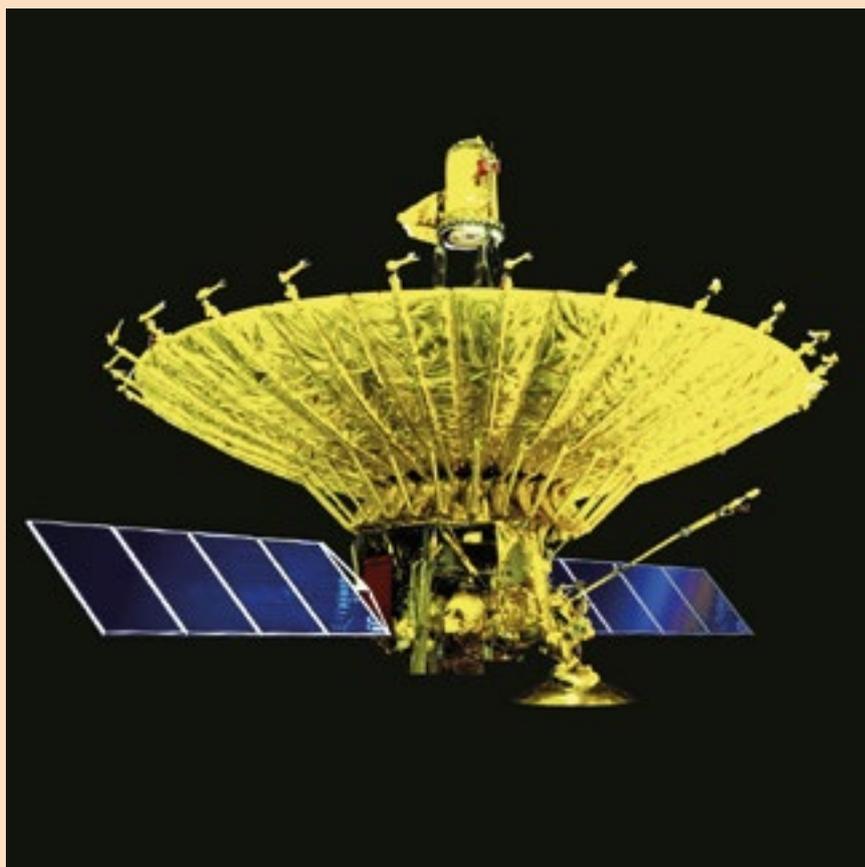
Выведена на орбиту космическая обсерватория «Радиоастрон».

## 2013

Российская академия наук объединена с Российской академией медицинских наук (РАМН) и Российской академией сельскохозяйственных наук (РАСХН).

## 2014

Научные результаты академика Геннадия Красникова и коллег позволили ГК «Микрон» начать производство первых отечественных двухъядерных микропроцессоров «Эльбрус-2СМ» по технологии 90 нанометров.

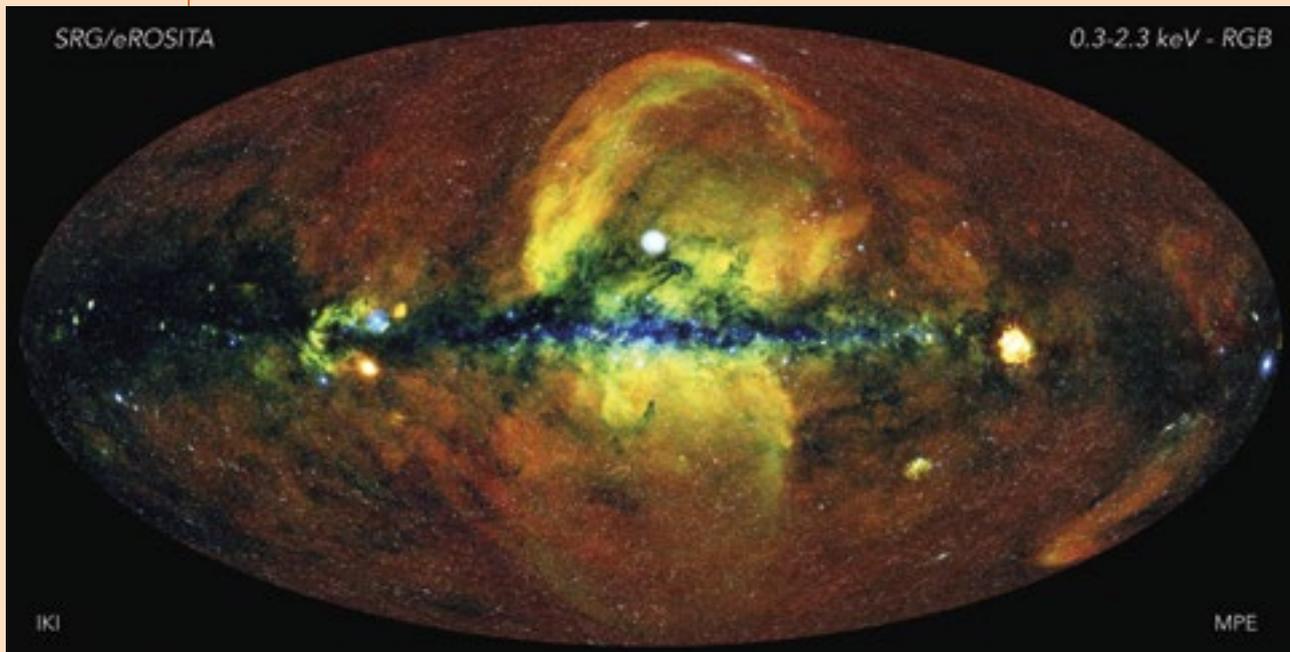


## 2016

Академик Юрий Оганесян стал единственным ныне живущим человеком, в честь которого был назван новый химический элемент таблицы Менделеева: номер 118 — оганесон.

2019

Выведена на орбиту обсерватория «Спектр-РГ», которая помогает астрономам составить самую подробную карту Вселенной.



2020

Академик Денис Логунов вместе с Александром Гинцбургом и рядом других учёных создал вакцину против коронавирусной инфекции «Спутник V». Подобно великим врачам прошлого, разработчики испытали новый препарат на себе.



## 2021

Открыт Байкальский нейтринный телескоп, один из двух крупнейших в мире.



## 2022

В России объявлено Десятилетие науки и технологий. Российская академия наук является ключевым центром научной экспертизы и способствует достижению технологического суверенитета страны.



## 2023

Согласно опросам, **74%** родителей приветствовали бы выбор своими детьми профессии в сфере исследований и разработок.

# РАЗГОВОРЫ ЗА ЖИЗНЬ

ЧАСТЬ 2.

О безъядерных  
супергероях,  
клетках комара,  
туберкулёзе  
и эволюции

---

✍ Мария Заикина ^



Что такое жизнь? Это молекулы?  
Клетки? Органы? Организмы?  
Популяции? Или что-то ещё —  
например, человеческая мечта...

Мы продолжаем публикацию фрагментов интервью с учёными из сборника «Разговоры за жизнь», ставшего итогом двухлетнего проекта Сколковского института науки и технологий и Российского научного фонда.

Полную версию интервью читайте на сайте проекта.



# «Молекулярные методы в сочетании с биоинформатикой привели к буму открытий в области микробного разнообразия» ∞∞

Елизавета Бонч-Осмоловская

член-корреспондент РАН, заведующая кафедрой микробиологии биофака МГУ, заведующая отделом биологии экстремофильных микроорганизмов в Институте микробиологии им. С.Н. Виноградского ФИЦ биотехнологии РАН. Её проект, связанный с поиском микроорганизмов-продуцентов для биотехнологии и медицины, стал победителем конкурса Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий, реализуемой Минобрнауки России



Микробы, а именно прокариоты, безъядерные организмы, — это настоящие фантастические супергерои, обладающие разнообразными суперспособностями.

Например, есть бактерии, которые могут использовать серу и как донор электронов, и как акцептор, то есть один атом серы они окисляют, а другой восстанавливают и за счёт этого живут, причём живут прекрасно, а углерод для построения клеток берут из  $\text{CO}_2$ . Другие, например, растут в атмосфере 100%-го  $\text{CO}$  — угарного газа, который, как известно, убивает всё живое.  $\text{CO}$  окисляется до  $\text{CO}_2$ , при этом из воды образуется водород.

“

Разнообразие сочетаний доноров электронов (энергетических субстратов) и акцепторов электронов (окислителей) у прокариот так велико, что у нас даже есть картинка, где эти сочетания представлены графически, и эта картинка всё время пополняется.

“

Георгий Александрович [Заварзин] говорил, что в мире микробов есть все процессы, не запрещённые с точки зрения термодинамики. То есть если чего-то пока нет, значит, мы это просто ещё не нашли.

“

Первый раз я поехала в экспедицию в 1982 году в кальдере Узон. Это труднодоступная область на Камчатке, куда можно добраться только на вертолёт. В Узоне на относительно небольшом пространстве находится огромное количество — десятки, сотни — горячих источников с разной кислотностью и температурой. И обитатели в них тоже очень разные.

Выглядит это фантастически: вокруг что-то булькает и вздыхает, в одном источнике растут замечательные «страусовые перья», в другом — разноцветные термофильные фототрофы, так называемые цианобактериальные маты. Цианобактериальные маты представляют собой огромные, площадью несколько квадратных метров, сообщества термофильных цианобактерий. Это прокариоты, которые могут осуществлять кислородный фотосинтез как растения, и там же, в этих матах, живут органотрофные бактерии, которые питаются продуктами жизнедеятельности фототрофов.

В свою первую поездку я нашла цианобактериальный мат, который был буквально прослойкой серой. Оказалось, что разложение органики там идёт не за счёт кислородного, а за счёт серного дыхания. Там я впервые выделила новую бактерию. Имя ей, очень красивое, я считаю, придумал Георгий Александрович — *Desulfurella*. Это моя любимая бактерия.

Георгий Заварзин (1933–2011) — один из классиков отечественной микробиологии. Был научным руководителем Бонч-Осмоловской в Институте микробиологии.

Отец Бонч-Осмоловской — Александр Формозов (1899–1973), знаменитый советский зоолог, эколог и художник-анималист. Кроме блохи в честь него названа ещё и северная белка *Sciurus vulgaris formosovi*.

“

Мои сотрудники поехали в экспедицию на Чукотку, где прямо в вечной мерзлоте бьют горячие источники, и выделили там бактерию, которая относится к новому классу, — *Tepidiformia*. Ничего мне не говорили, но во время конференции в МГУ попросили слово, рассказали про своё путешествие и новую бактерию, представляющую новый класс, а типовой вид назвали в честь меня — *Tepidiforma bonchosmolovskayae*.

Было очень приятно, хотя название, прямо скажем, неблагозвучное, но что делать... В честь моего отца, кстати, была названа блоха с видовым названием *formozovi*, чем он очень гордился. Портрет этой блохи висел у него в кабинете.

“

...Молекулярные методы в сочетании с биоинформатикой сейчас породили настоящий бум открытий в области микробного разнообразия. И классические микробиологи здесь находятся не в самом выгодном положении, потому что биоинформатики, не выходя из комнаты, могут сделать практически всё: найти новую геномную последовательность, определить свойства микроорганизма, которому она принадлежит, и даже дать имя этому виртуальному микробу.

По сути, появляется новая группа микробов, иногда очень высокого ранга — это может быть порядок, класс, филум, — притом что никто этих микробов никогда не видел. И всё это делается за два месяца. А чтобы открыть, выделить и описать новый микроорганизм обычными, «мокрыми» методами, уходит два-три года, а то и пять, потому что это очень большой труд.



# «Нужны только клетки комара»

Олег Гусев

старший доцент Высшей школы медицины японского Университета Хунтендо, директор научного центра «Регуляторная геномика» Казанского государственного университета, созданного в 2021 году при финансовой поддержке Минобрнауки России

...Моя мама мечтала, чтобы я занимался биомедициной, но я сказал: «Пойду на зоологию беспозвоночных». И вот бандитская Казань, 90-е годы — какие беспозвоночные, что это за бабочки и осы? Я сказал себе и родителям, что сделаю так, что никто из нас не пожалеет.

С первого курса я стал ездить в стройотряд на биостанцию Казанского университета на острове Средний в Белом море. Поэтому вся моя работа была связана с морской биологией — в Казани, в центре России, и я решил так ею заниматься, что никому мало не покажется. Я пошёл, как это теперь называется, гуглить в библиотеку, взял запылённый реферативный журнал и стал смотреть, кто ещё в мире занимается раками и крабами, которыми я интересуюсь. Нашёл японского коллегу-профессора, написал письмо — не электронное, бумажное — отправил и получил ответ. Завязалась переписка, я получил стипендию японского правительства (это был большой конкурс, по всей России её получали несколько человек в год), приехал в Японию, благополучно защитил кандидатскую диссертацию по морской биологии с вкраплениями генетики.

“

Перед тем как поехать в Японию, я читал книги, где говорилось, что ты никогда не станешь в Японии своим, всегда будешь «гайджином» — иностранцем. И я решил: назло всем стану настоящим японцем.

По-моему, люди, которые приезжают в Японию, проходят четыре основные стадии принятия. Сначала ты думаешь: как же классно, все добрые, кланяются, всё есть, холодный лимонный чай — жизнь состоялась! Потом понимаешь, что страна совершенно другая, ты реально чужак, ничего не понятно. И принимаешь решение: всё, постараюсь максимумом стать японцем, выучу язык, буду следовать всем этим правилам. А затем возникает очередной барьер, и ты осознаёшь, что, несмотря на все усилия, не очень хорошо понимаешь эту страну, то есть всё равно будешь иностранцем. Это ключевой момент; из 50 человек, которые приехали со мной учиться в Японию, все уехали, никто не остался.

Ты всё сделал: ты хорошо говоришь по-японски, понимаешь эту культуру, но всё равно эта страна не станет твоей второй родиной. Это никак не исправить, ты всегда будешь иностранцем. Когда я прилетаю в Шереметьево, то чувствую, что это моя страна. А в Японии я всегда в гостях. В очень хороших гостях: я профессор в японском университете. Но в гостях.

“

В аэропортах, когда вы прилетаете и хотите сдать тест на ковид прямо на месте, делают экспресс-ПЦР — это дороже, но быстро... Так получилось, что для производства нужных ферментов: полимеразы и обратной транскриптазы — используются клетки нашего комара. Они такие неприхотливые, что мы попробовали экспрессировать в них рекомбинантные белки, и это прекрасно сработало. Теперь, когда меня к стенке прижимают, у меня есть прекрасное объяснение: «Зачем вы изучаете комара? — Так это же прекрасный продуцент!»

# «Мы знаем не более 3–5% всего микромира вокруг нас»

Алла Липидус

директор Центра биоинформатики и алгоритмической биотехнологии Санкт-Петербургского государственного университета

...Когда я читаю книги про Ландау, у меня никак не складывается портрет того человека, которого я видела маленькой девочкой у нас дома. Я помню его строгим дядей, который говорил мне, что в школе нужно сначала учить алгебру, а уже потом арифметику. Я училась в начальных классах и никак не могла понять, как же можно без арифметики, — позволила себе с ним не согласиться.

“

Биоинформатика — наука прикладная. Не было задач — не было и этой науки.

“

По сию пору мы знаем не более 3–5% всего микромира вокруг нас, потому что не умеем выращивать подавляющее большинство бактерий в лабораторных условиях. Однако с помощью метагеномного анализа почвенных, воздушных, водных сообществ бактерий, а также бактерий, живущих на человеке и внутри него, на животных и внутри них, стало возможно изучение совокупного генома той или иной природной микробиоты.

Накопленные при этом данные позволили в значительной степени обогатить и изменить эволюционное дерево жизни. Появившееся обилие информации показало иные связи, чем те, которые были изначально представлены в теории эволюции.

“

Нет идеального места в мире, не бывает и идеальной эпохи.



# «При изучении туберкулёза всегда полезно отслеживать связь с историей»

Игорь Мокроусов

заведующий лабораторией молекулярной эпидемиологии и эволюционной генетики Санкт-Петербургского НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера. Эта лаборатория изучает возбудителей туберкулёза, других патогенных бактерий и вирусов. За последние годы она не раз получала гранты РФ, Минобрнауки России и др.



...Люди перемещаются и передают туберкулёзные бактерии друг другу. Например, индустриальная революция была очень мощным фактором роста заболеваемости — и смертности тоже. Тогда ещё не было лекарств, не было вакцины, поэтому в начале XX века смертность в России составляла 400 человек на 100 тысяч — это невероятно высокий показатель; в Европе так было в XVIII веке.

В более ранние периоды заболевание, видимо, передавалось внутри домохозяйства, среди родственников. Я это называю вертикальной передачей — вертикальной в широком общепроизводственном смысле. Люди просто жили вместе и постепенно заражали друг друга. Кто-то умирал, у кого-то был скрытый туберкулёз, бессимптомный.

Потом это передавалось следующему поколению, и постепенно туберкулёз распространялся по дворам. Когда люди перемещались, то приносили на новое место свои штаммы, которые постепенно начинали укореняться на этой территории. При увеличении скученности происходило более резкое — эпидемическое — горизонтальное распространение.

При изучении возникновения и распространения штаммов туберкулёза всегда полезно отслеживать связь с историей. Например, коллеги из Южной Африки высказали гипотезу, что штаммы генотипа Beijing (возникшего в Китае) попали в их страну в результате деятельности голландской Ост-Индской компании, которая завозила рабов из Малайзии и Индонезии на свои плантации и рудники начиная с XVII века. Позже, когда мы изучали генетическое разнообразие

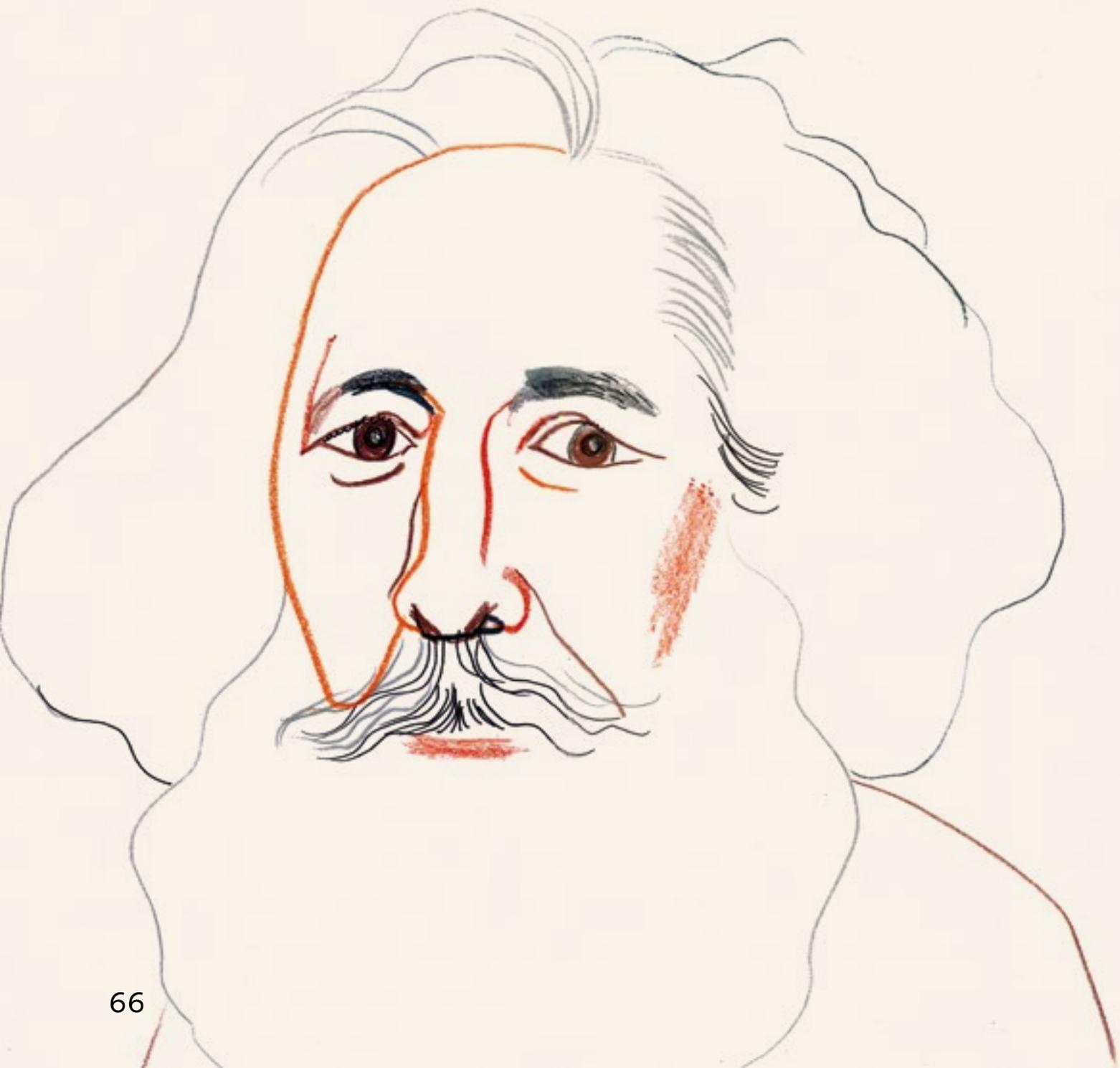
российских штаммов в контексте глобальной выборки, выяснилось, что генотип, выявленный в Шанхае, очень распространён в Кейптауне, на юге Южной Африки.

Конечно, свою роль играет и генетическая восприимчивость разных этнических групп к туберкулёзу. Но это отдельная интересная тема: речь не об одном гене и одной мутации, а о множестве слабо взаимодействующих генов человека.

# «Любая эволюция предполагает несовершенства» ∞

Михаил Гельфанд

вице-президент Сколтеха  
по биомедицинским исследованиям



...Я всем занимаюсь, потому что мне это нравится. Чем не нравится, тем я не занимаюсь.

“...Это часть договора между учёными и обществом. Общество содержит учёных. Часто говорят, что наука делается на государственные деньги, — это неправда, никаких государственных денег не бывает. Государственные деньги — это деньги, которые налогоплательщики доверили государству, чтобы оно распорядилось ими в целях общего блага. Разные государства делают это с разной степенью успешности. Но в любом случае науку мы делаем на те деньги, которые заработали люди, непосредственно создающие материальные блага. Надо этим людям объяснять, на что их деньги были потрачены, почему это интересно, почему полезно.

“Концепция общего блага очень трудно объяснима, как и идея, что то, на что мы все скидываемся, наверное, будет полезно, хотя никто не может сказать заранее, что именно будет полезно. Поэтому мы скидываемся на науку вообще, а не на конкретные исследования, и поэтому бессмысленно составлять списки «прорывных направлений».

“Биология вообще состоит из исключений. Похоже, что многие исключения в эволюции появляются и потом не исчезают. И что если бы мы занимались биологией через миллиард лет, то основ было бы меньше, а исключений — больше.

“...Похоже, что в эволюции часто случается как в бюрократических системах. Вот появляется чиновник, который косячит, — что вы делаете? Вы нанимаете чиновника, который будет следить, чтобы первый чиновник не косячил, и исправлять за ним. Когда их оказывается уже двое, то всё — ни одного из них нельзя трогать, ситуация замораживается. При этом она не смертельна для организации, потому что наружу косяков выходит не очень много. Просто вместо того, чтобы с самого начала их не делать, вы сначала делаете, а потом исправляете. Похоже, что таких историй больше, чем мы привыкли думать.

“...Любая эволюция предполагает несовершенства, это естественно. Это, собственно, механизм отбора.

“Представьте, что я плохой программист и пишу код с багами, которые тут же подправляю как придётся. В результате я написал совершенно ужасный код: некрасивый, бессмысленный, выполняется он гораздо дольше, чем мог бы. Чтобы переписать такую программу как следует, придётся нанимать отдельного человека, который сделает это профессионально. А в эволюции такого верховного программиста нет. Эволюция умеет делать только на коленке, она не может думать наперёд, чтобы было хорошо.

“Считается, что человеку свойственно во всём искать смыслы. Если сказать, что жизнь бессмысленна, то вроде как и жить незачем. Занятия эволюционной биологией поучительны тем, что перестаёшь искать смысл во всём. ^\_^

# 1:0 в пользу философа

## Сможет ли наука раскрыть тайну мозга

25 лет назад нейробиолог Кристоф Кох и философ Дэвид Чалмерс заключили научное пари. Нейробиолог утверждал, что через четверть века, к 2023 году, учёные раскроют тайну сознания — поймут механизм, с помощью которого нейроны мозга «производят» наш субъективный опыт. А философ не верил в это.

Учёные давно пытаются найти ответ на вопрос, как связаны мозг и сознание, однако по-прежнему остаётся непонятным:

- Что представляет собой наш субъективный опыт?
- Как вообще из взаимодействия молекул и электрических импульсов в нейронах возникают ощущения?
- Зачем нужно сознание, если мозг мог бы выполнять свои задачи, работая как компьютер?
- В каких отделах мозга «производится» сознание?

Спор между Кохом и Чалмерсом касался как раз последнего пункта.

Победил, конечно, философ. В 2023 году на собрании Ассоциации научных исследований сознания в Нью-Йорке Коху пришлось признать поражение и вручить Чалмерсу ящик хорошего португальского вина.

Разрешить спор помогло исследование, авторы которого проверили две ведущие теории о нейронной основе сознания: теорию глобального рабочего пространства и теорию интегрированной информации. Шесть независимых лабораторий провели состязательный эксперимент, следуя строгому протоколу. Результаты соответствовали каждой теории лишь частично — стало ясно, что обе они нуждаются в пересмотре.

Вот бы все споры так решать! Даже в науке редкость, когда сторонники разных гипотез собираются, чтобы вместе выяснить, где правда.

Ну а Кох говорит, что готов удвоить ставку. Он уверен, что в следующие 25 лет нейробиологи уж точно разберутся с сознанием.

Думаете, опять философ победит? ^\_^

Я вот не уверен. И даже не знаю, за кого болеть...





### Опрос в телеграм-канале «Кота Шрёдингера»

×

Как вы думаете, через 25 лет учёные поймут, как связаны мозг и сознание?

Проголосовало около тысячи человек

9%

На самом деле никакой загадки тут нет, некоторые учёные уже давно всё поняли

40%

Не успеют, опять победит философ

30%

Поймут, победит нейробиолог

21%

Учёные вообще не могут это понять, тайна сия науке недоступна



Как по-вашему, где здесь философ, а где нейробиолог?

# Тёмная материя нашего мозга

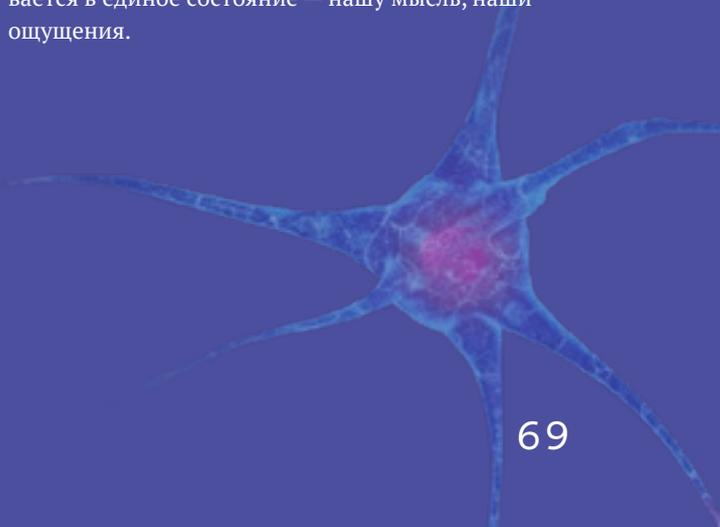
Константин Анохин, нейробиолог, доктор медицинских наук, академик РАН, директор Института перспективных исследований мозга МГУ имени М.В. Ломоносова

### Из публичной лекции на Фестивале НАУКА 0+

...Я буду пользоваться метафорами. Согласно некоторым физическим расчётам, Вселенная больше чем на 95% состоит из тёмной материи и тёмной энергии, о которых мало что известно. А в какой степени изучен наш мозг? Наш разум, наша психика, наши бессознательные и сознательные процессы — на сколько процентов мы их не понимаем? На 95%? Больше? Меньше? В любом случае мы движемся к этому пониманию. <...>

Мы знаем очень многое о строении, составе, типах нервных клеток, их контактах друг с другом, генах. Но если подняться на более высокие уровни, это сотни тысяч или миллионы километров связи между клетками нашего мозга.

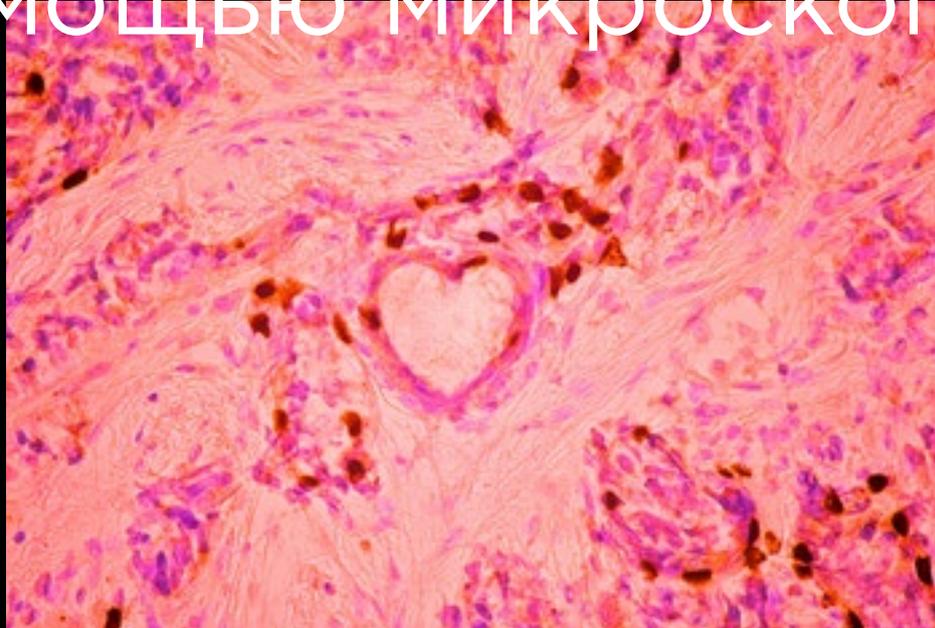
По некоторым подсчётам, количество степеней свободы, которыми обладает человеческий мозг, — это 1086. Число гиперрациональное! Это примерно в миллион раз больше, чем количество атомов во Вселенной. Тайной остаётся то, как за доли секунды всё это невероятное количество степеней свободы нашего мозга вдруг сворачивается в единое состояние — нашу мысль, наши ощущения.



# УВЕЛИЧЕННАЯ НАУКА



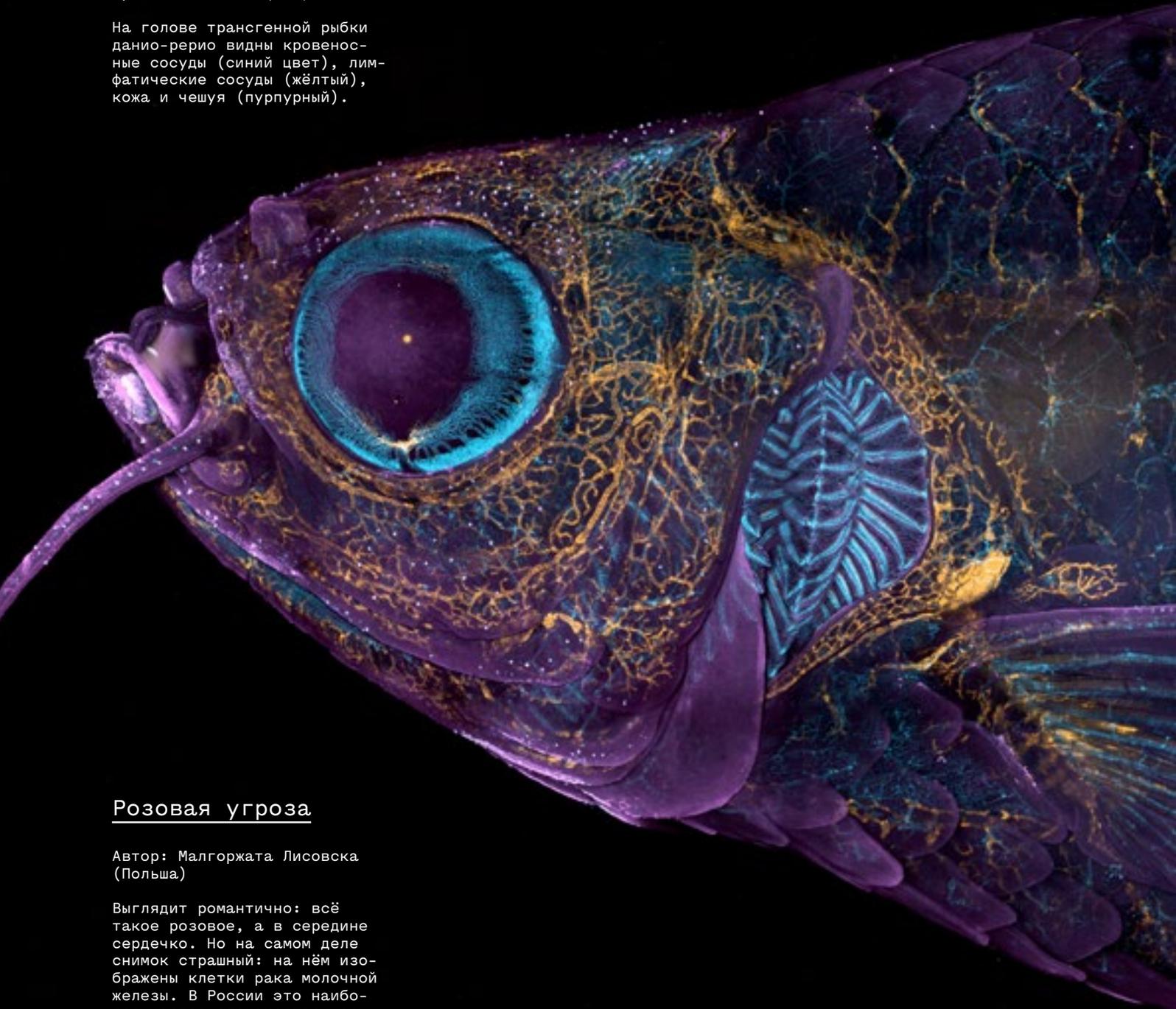
Представляем работы  
международного  
конкурса Nikon Small  
World – 2023: лучшие  
снимки, сделанные  
с помощью микроскопа



## Рыбка-мутант

Авторы: Даниэль Кастранова,  
Брант Вайнштейн (США)

На голове трансгенной рыбки данио-рерио видны кровеносные сосуды (синий цвет), лимфатические сосуды (жёлтый), кожа и чешуя (пурпурный).



## Розовая угроза

Автор: Малгоржата Лисовска  
(Польша)

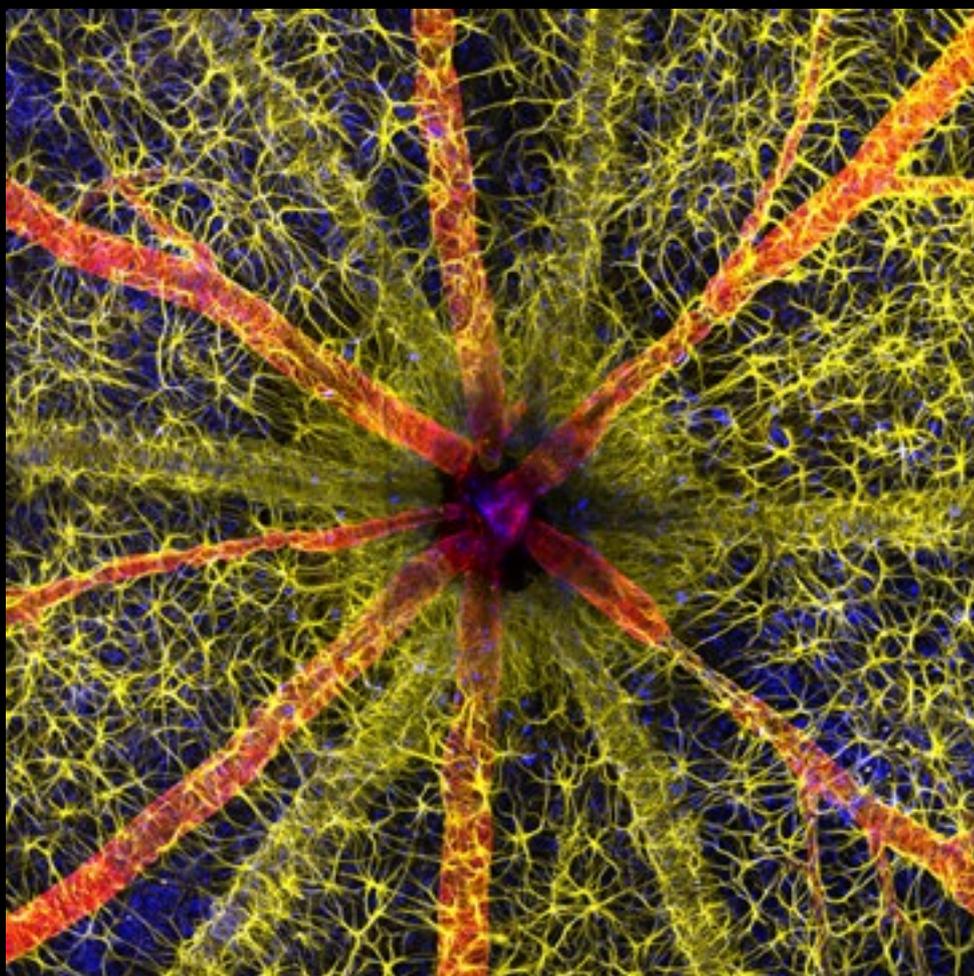
Выглядит романтично: всё такое розовое, а в середине сердечко. Но на самом деле снимок страшный: на нём изображены клетки рака молочной железы. В России это наиболее частое злокачественное заболевание у женщин. Врачи рекомендуют регулярно проходить проверку, поскольку болезнь может начинаться незаметно, а чем раньше её выявят, тем больше шансов вылечить.



## Чи-и-и-и-ирк!

Автор: Оле Бильфельд  
(Германия)

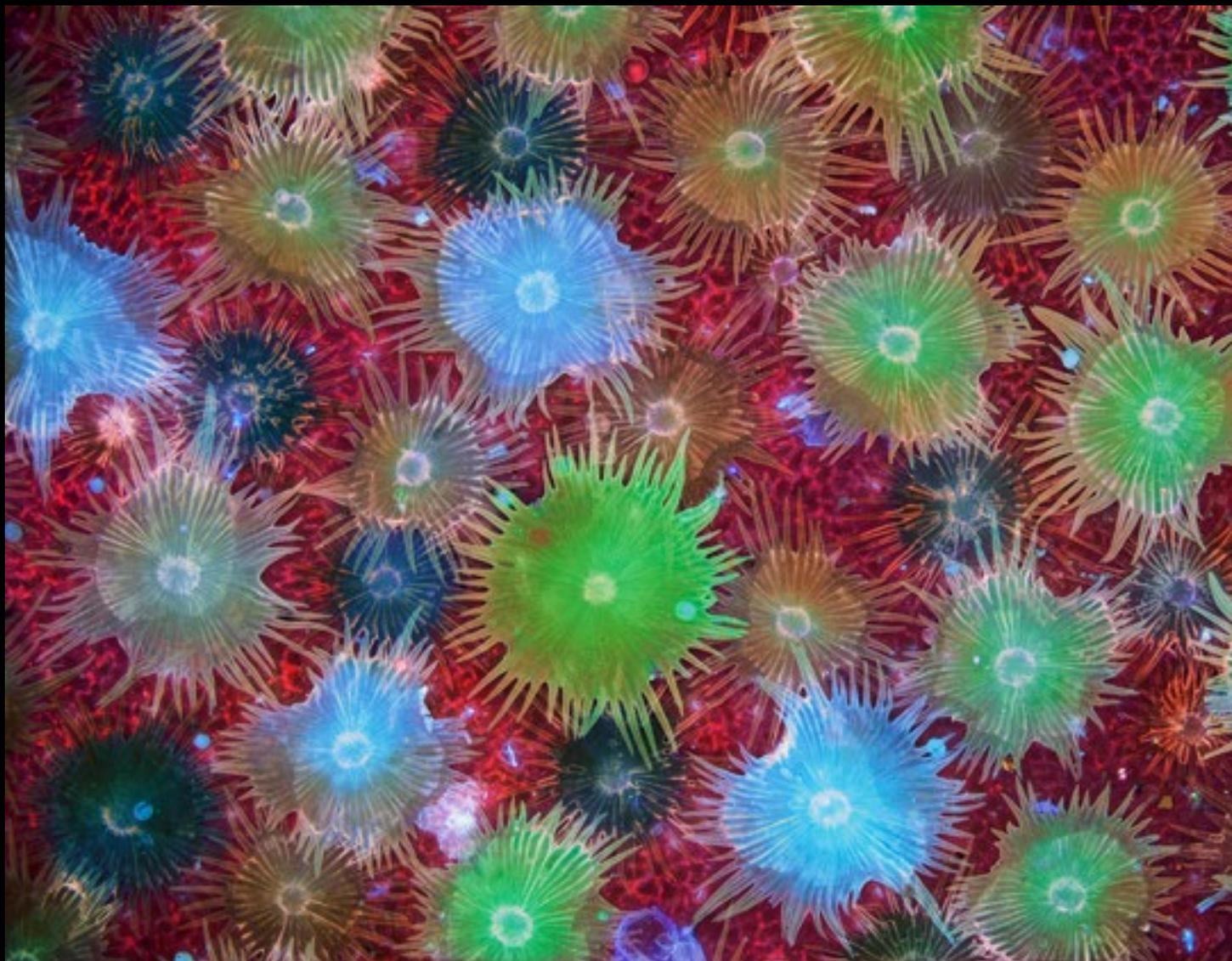
Сюжет этого фото очень простой: спичка трётся о коробок. Трение приводит к выработке тепла, которое запускает химическую реакцию в головке спички, и она загорается. Думается, каждый хоть раз в жизни проделывал этот научный эксперимент.



## Посмотреть на зрение

Авторы: Хассанейн Камбари, Джейден Диксон (Австралия)

Это зрительный нерв лабораторного грызуна. Жёлтое — астроциты, красное — сократительные белки, зелёное — сосудистая сеть сетчатки. Авторы работы изучают диабетическую ретинопатию. Это заболевание, при котором высокий уровень сахара в крови разрушает сосуды глаза, что может привести к потере зрения.



## Мотонейроны

Авторы: Мелинда Беккари,  
Дон Кливленд (США)

Моторные нейроны, выращенные в специальном устройстве для разделения тел клеток (вверху) и аксонов (внизу). Мотонейрон – это крупная клетка, которая даёт мышцам сигналы напрягаться, сокращаться или расслабляться.



## Ядовитый красавец

Автор: Джон-Оливер Дам (Германия)

Это паук-тарантул, точнее, его ядовитые хелицеры (что-то вроде клыков). Укус тарантула смертелен для некоторых животных. Для человека это очень неприятно, но к летальному исходу, как правило, не приводит. Правда, в Европе долгое время считалось, что яд этого паука вызывает безумие — тарантизм, а вылечить его можно только танцем до полного изнеможения. Говорят, что именно так появился танец тарантелла.

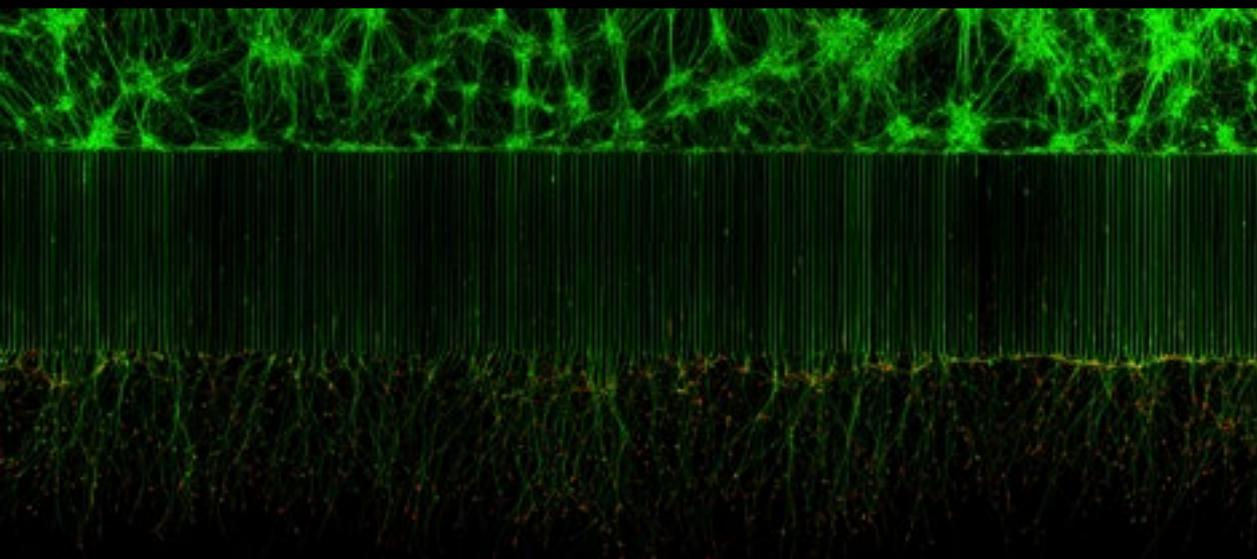


## Светящийся лох

Автор: Дэвид Мейтленд (Великобритания)

Лох узколистый — это не оскорбление, а скорее наоборот. Так называется невысокое дерево, которое растёт в том числе и в России. Его используют в декоративных целях, а плоды вполне можно есть.

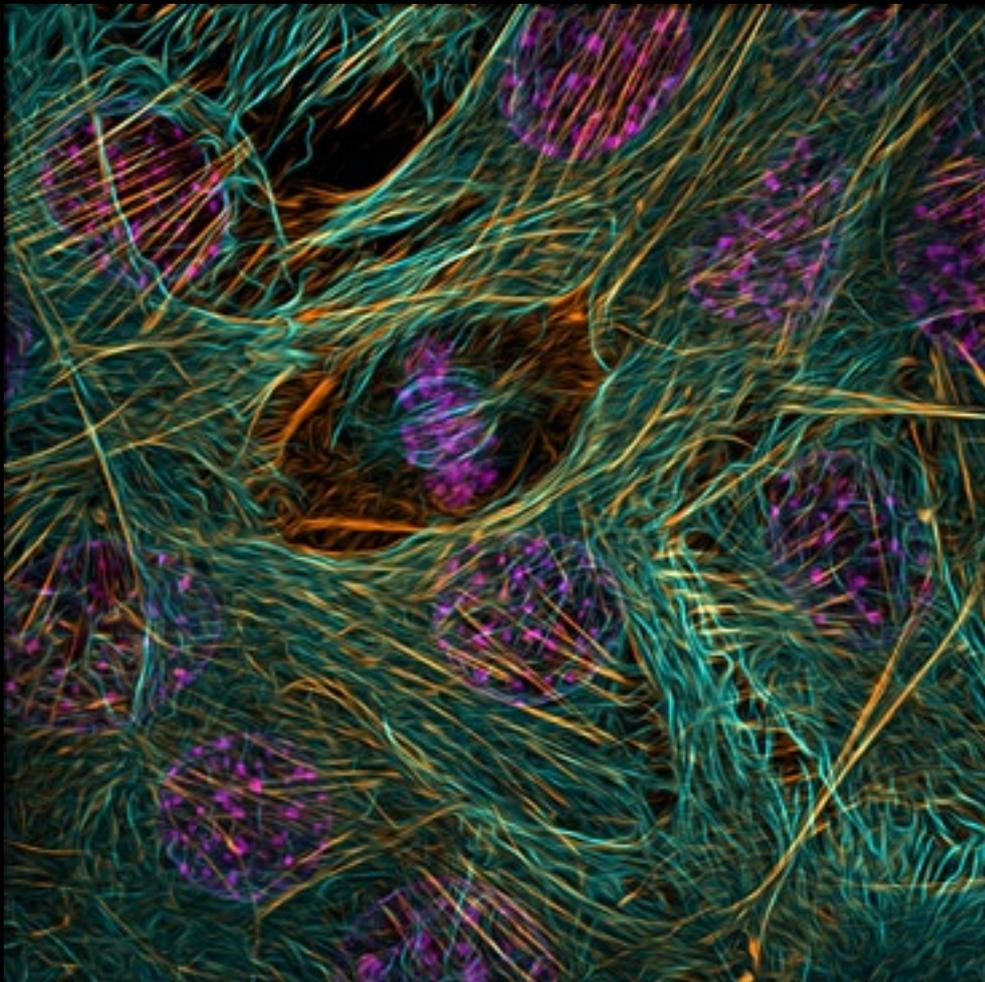
На снимке — защитные волоски, покрывающие листья лоха. Они подсвечены ультрафиолетом.



### Кофе под микроскопом

Автор: Стефан Эберхард (США)

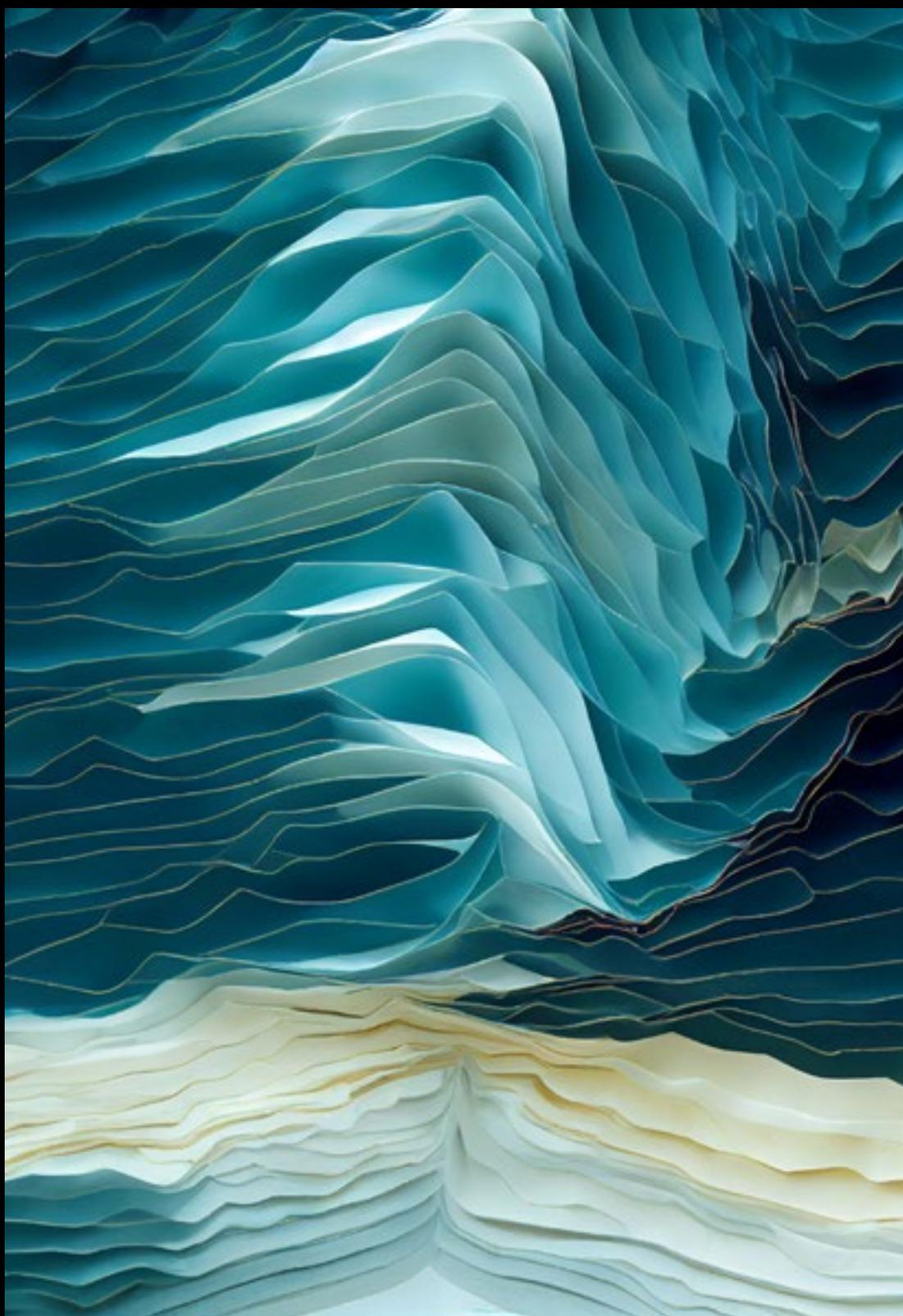
Нет, это не цветок, изображённый художником-модернистом. Это просто кристаллы кофеина.



### Мышцы растут

Автор: Вайбхав  
Дешмух (США)

Цитоскелет делящегося миобласти. Поясним, что значат эти слова. Цитоскелет — что-то вроде каркаса живой клетки. А миобласт — то, из чего получаются мышцы.



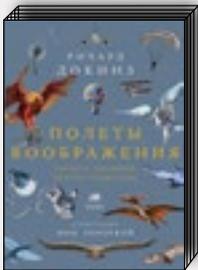
## Сладкое вредно?

Автор: Диего  
Гарсия  
(Испания)

Это обычный  
сахарный  
сироп. Ему  
дали пре-  
вратиться  
в кристаллы,  
а потом  
сфотогра-  
фировали  
с помощью  
микроскопа.

# Почему люди (не) летают

Из книги Ричарда Докинза «Полёты воображения»



**Как называется**  
«Полёты воображения. Разум и эволюция против гравитации»

**Кто написал**  
Для начала

вопрос: кто придумал слово «мем»? Да, у этого слова есть автор — британский биолог и популяризатор науки Ричард Докинз. В 1976 году вышла его книга «Эгоистичный ген». В ней Докинз доказывал, что главный объект эволюции не отдельная особь или популяция, а именно гены. Не так важно, что происходит с телом, — главное, чтобы содержащийся в нём генетический материал хорошо копировался. Но среди животных есть одно исключение — люди. Для этих высокоразвитых обезьян распространение (репликация) идей оказалось важнее распространения генов. И тут Докинз предлагает новое понятие: мем. Он пишет: «Нам необходимо имя для нового репликатора, существительное, которое отражало бы идею о единице передачи культурного наследия или о единице имитации. От подходящего греческого корня получается слово „мимема“, но мне хочется, чтобы слово было односложным, как и „ген“. Я надеюсь, что мои получившие классическое образование друзья простят мне, если я сокращу слово „мимема“ до „мем“... Примерами мемов служат мелодии, идеи, модные

словечки и выражения, способы варки похлёбки или сооружения арок. Точно так же, как гены распространяются в генофонде, переходя из одного тела в другое с помощью сперматозоидов или яйцеклеток, мемы распространяются в том же смысле, переходя из одного мозга в другой с помощью процесса, который в широком смысле можно назвать имитацией. Если учёный услышал или прочитал об интересной идее, он сообщает о ней своим коллегам и студентам. Он упоминает о ней в статьях и лекциях. Если идею подхватывают, она распространяется, передаваясь от одного мозга другому...» Книга «Эгоистичный ген» стала культовой, хоть и не все биологи согласились с автором. А сам Докинз превратился в одного из самых известных популяризаторов науки. Он выпустил уже два десятка книг, большинство из которых переведено на русский язык.

**Кто издал**  
Corpus

**Перевод**  
Анастасия Бродоцкая

**Почему мы выбрали именно эту книгу**

Хотя бы потому, что любим летать. Порой нам даже снится, что мы парим в воздухе. Идея полёта вдохновляет. Но у нас нет крыльев и других приспособлений, которые есть у насекомых, птиц и многих других существ. Зато у нас есть мозг, который сумел создать сначала воздушный шар и дирижабль,

потом самолёт, а затем космический корабль. Идея Докинза очень красивая — рассмотреть в одной книге все идеи полёта, и биологического, и человеческого. Как гласит аннотация, «эволюция подходила к полёту рационально: если для целей сохранения вида нужно летать, средства для этого непременно появятся, даже если для этого потребуются миллионы лет. Человек, в свою очередь, придумал множество способов подниматься в воздух и перемещаться на большие расстояния: от крыльев мифологического Икара до самолёта был пройден большой путь благодаря тому, что во все времена есть люди, способные в воображении взлететь ввысь, даже оставаясь на земле».



Книгу Докинза «Эгоистичный ген» можно скачать бесплатно и при этом совершенно легально в рамках проекта «Дигитека». Советуем вам это сделать, хоть позиция автора оценивается неоднозначно.



## Из главы «Разница между летательными аппаратами, созданными эволюцией и разумом»

В этой книге рассмотрено примерно полдесятка способов оторваться от земли и остаться в воздухе. В каждой главе я по возможности сравнивал летательные аппараты, созданные человеком, с соответствующими механизмами у летающих живых существ. Но освоение навыка отрываться от земли в этих двух случаях радикально различается.

Животные превратились в летающие машины в результате миллионов лет медленных постепенных усовершенствований. Люди строили всё более и более совершенные летательные аппараты в результате последовательной смены проектов на чертёжной доске, и улучшения происходили в масштабе лет и десятилетий, а не миллионов лет. Конечные результаты нередко схожи, и неудивительно, поскольку задачи были одинаковы. Схожи настолько, что я мог бы оставить ложное впечатление, будто они и возникли одинаково. Пора исправить эту ошибку.

Когда перед нами стоит та или иная задача (например, как избежать сваливания летательного аппарата), удобно начать её обдумывать с того, с какой стороны подступиться к решению. Если речь идёт о рукотворных воздушных судах, инженеры-конструкторы и правда так думают. Видят нерешённую задачу, представляют себе возможные варианты её решения — например, предкрылки. Рисуют чертежи, иногда, возможно, собираются вместе, чтобы устроить мозговой шторм перед общей чертёжной доской или компьютером,

могут строить прототипы или уменьшенные модели, которые испытывают в аэродинамической трубе. И вот наконец разработанное решение внедряется в производство. Весь процесс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) занимает несколько лет или даже меньше.



У животных этот процесс устроен иначе и идёт гораздо медленнее. Там НИОКР, если можно так выразиться, идут на протяжении множества поколений в течение миллионов лет. Никаких размышлений, остроумных идей, целенаправленных изобретений, творческой интуиции. Никаких чертёжных досок, инженеров, мозговых штормов, аэродинамических труб. Происходит лишь одно: у отдельных особей в популяции по воле слепого генетического случая (мутации или перетасовки генов, полученных от родителей разного пола) появляется способность, скажем, летать чуть лучше среднего.

Например, мутантный ген даёт соколу небольшое преимущество в скорости. Отдельные соколы — носители этого гена чуть чаще ловят добычу. Или, скажем, скворец-мутант умеет маневрировать чуть лучше конкурентов в стае, и это радикально влияет на его способность уворачиваться от хищников и не быть съеденным. Если скворца, носителя «гена медленного полёта», съедают, вместе с ним погибает и ген, он не передаётся следующему поколению. Либо какой-то генетический тип чуть реже прочих подвергается сваливанию благодаря еле заметному отличию в форме крыла. Такие особи с чуть большей вероятностью выживают и, следовательно, оставляют потомство.

Поколение за поколением гены хорошего полёта распространяются в популяции всё больше и больше. Численность генов плохого полёта сокращается, поскольку у их носителей чуть больше вероятность погибнуть. То же самое постоянно происходит с самыми разными генами в популяции, и каждый влияет на полёт по-своему. Поэтому что же мы увидим,

когда пройдут миллионы лет, на протяжении которых в популяции будут накапливаться гены умения летать? Мы увидим популяцию животных, умеющих летать очень хорошо. Это «хорошо» касается всевозможных мельчайших деталей, в числе которых способы противодействия сваливанию, умение чутко управлять мышцами, которые приспособливают форму крыла ко всем особенностям ветров и воздушных течений, более экономичная мускулатура крыльев, которая устаёт немного меньше. Крылья и хвосты в ходе эволюции приобрели нужный размер и форму и идеальны во всём — настолько, словно какой-нибудь инженер оттачивал их конструкцию на чертёжной доске и испытывал в аэродинамической трубе.

Конечные продукты и человеческого, и эволюционного дизайна одинаково хороши, одинаково прекрасно летают, и из-за этого нам удобно забыть, насколько разными были процессы их совершенствования. Должно быть, вы уже заметили, что в этой книге я прибегаю к достаточно условной терминологии. Я пишу так, словно и птицы, и летучие мыши, и птерозавры, и насекомые берутся за решение проблем полёта примерно так же, как наши инженеры, словно эти задачи решают сами птицы, а не дарвиновский естественный отбор. Этот вольный подход отчасти удобен потому, что так короче: нужно меньше слов и не обязательно каждый раз распиливать, как устроен естественный отбор. А ещё он удобен потому, что мы с вами люди и знаем, что такое видеть задачу и придумывать её решения.

Возникает соблазн предположить, будто сходство между эволюцией и человеческим дизайном идёт даже дальше. Мы можем заподозрить, что новые идеи инженеров чем-то напоминают мутации. Такие «мутантные идеи» затем подвергаются чему-то наподобие естественного отбора. Либо идея сразу умрёт, если изобретатель быстро обнаружит, что она не годится, либо умрёт на этапе прототипа, который не пройдёт предварительных испытаний, например, в виде компьютерной симуляции или в аэродинамической трубе.

Модель, разбившаяся в аэродинамической трубе, — сценарий относительно

безобидный. Естественный отбор летающих животных более жесток: там неудача в самом деле означает смерть.

Это необязательно гибель в результате падения, иногда дефектный проект просто

---

*Эволюция обречена шаг за шагом модифицировать уже имеющиеся конструкции. И каждый шаг на этом пути должен просуществовать достаточно долго, чтобы успеть размножиться*

оказывается медлительным и не может убежать от хищника.

Или плохо ловит добычу на лету, что повышает вероятность, что он будет





голодать. Эволюция не предусматривает мягкого заменителя для смерти вроде испытаний в аэродинамической трубе. Провал есть провал — либо смерть, либо по меньшей мере невозможность оставить потомство.

Правда, тут мне вспомнилось, что птенцы многих видов часто сначала учатся летать (и мы видим это как своего рода игру) и лишь потом всерьёз взлетают. Возможно, для птиц это эквивалент испытаний в аэродинамической трубе: пробы и ошибки, не приводящие к фатальным последствиям, не просто укрепление летательных мышц, но и, вероятно, тренировка координации и навыков у юной птицы. Молодняк многих видов и в самом деле прямо-таки упражняется — без усталости прыгает на месте, хлопая крыльями, и таким образом, несомненно, накачивает летательные мышцы, при этом, вероятно, ещё и оттачивает навыки полёта.

Перед нами ещё одно различие между эволюционным и инженерным дизайном.

Когда инженеры придумывают новый дизайн, им можно начинать заново, с чистой чертёжной доски. Сэр Фрэнк Уиттл, один из тех нескольких человек, кому приписывают изобретение реактивного двигателя, не должен был брать уже существующий винтовой двигатель и модифицировать винтик за винтиком, заклёпка за заклёпкой. <...> Он начал с нуля, с чистого листа ватмана на чертёжной доске. Эволюция устроена иначе. Эволюция обречена шаг за шагом модифицировать уже имеющиеся конструкции. И каждый шаг на этом пути должен просуществовать достаточно долго, чтобы успеть размножиться.

С другой стороны, из этого не следует, что эволюция всегда вынуждена работать с органом-предшественником, который по воле случая служит той же цели. Рассуждая в рамках нашей аналогии, можно сказать, что эволюционный эквивалент Фрэнка Уиттла, возможно, и не был бы обречён перестраивать винтовой двигатель шаг за шагом. Вероятно, он мог бы модифицировать какую-то другую часть уже существующего самолёта — скажем, выпуклость

---

***Эволюция никогда не может вернуться к нулевой отметке с совершенно чистой чертёжной доской, в отличие от инженера-человека.***

крыла. Но эволюция никогда не может вернуться к нулевой отметке с совершенно чистой чертёжной доской, в отличие от инженера-человека. Она должна начать с какой-то части тела уже существующего и дышащего животного. И все последующие промежуточные стадии должны быть живыми, дышащими животными, которые прожили достаточно долго, чтобы успеть хотя бы размножиться. <...>

По поводу того, как происходят инновации в научно-техническом прогрессе, есть две гипотезы, за которыми стоят две философские школы. И это напоминает мне две философские школы в современной теории эволюции. В области прогресса человечества есть теория гения-одиночки,

а есть теория постепенной эволюции, которой придерживается мой друг Мэтт Ридли в своей книге *How Innovation Works* («Как работают инновации»).

Согласно теории гения-одиночки, ни у кого не было ни малейшего представления о реактивном двигателе, пока на сцену не ворвался сэр Фрэнк Уиттл. Но заметили ли вы, как осторожно я выразился, сказав, что он был одним из нескольких человек, которым приписывают изобретение реактивного двигателя?

Уиттл запатентовал свою идею в 1930 году, а добился, чтобы двигатель заработал (отдельно, не в самолёте), в 1937-м. Немецкий инженер Ханс фон Охайн оформил патент в 1936 году, а первым реактивным самолётом, поднявшимся в небо, был «Хейнкель-178» с двигателем Охайна. Это произошло в 1939-м, за два года до того, как в воздухе оказался самолёт «Глостер Е38/39» с двигателем Уиттла. Когда после войны изобретатели встретились, Охайн сказал Уиттлу: «Если бы ваше правительство поддержало вас раньше, не было бы никакой Битвы за Англию».

Неясно, видел ли Охайн патент Уиттла. Так или иначе, существовал ещё патент 1921 года, который получил французский инженер Максим Гийом (о чём Уиттл не знал). Но главное, что я хочу подчеркнуть: ни Уиттл, ни Охайн, ни даже Гийом не придумали реактивный двигатель первыми.

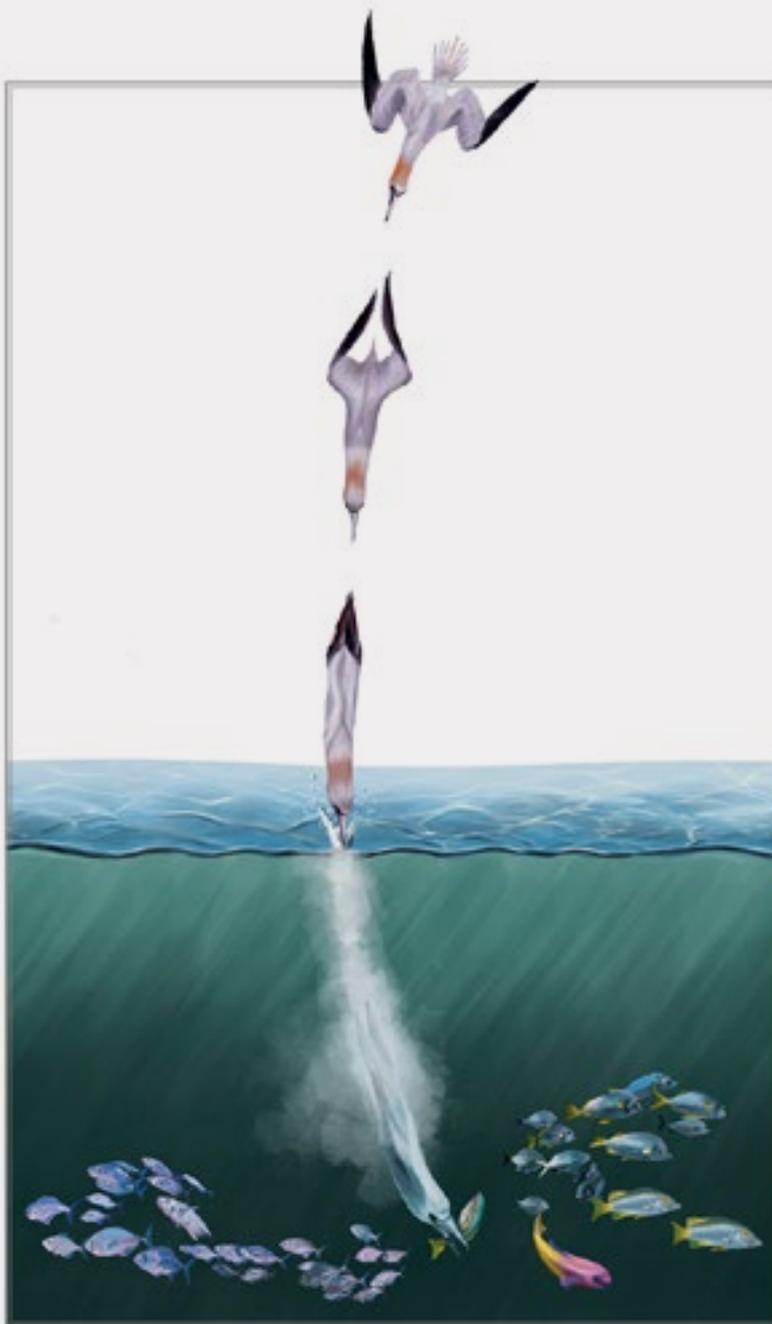
Теория гения-одиночки ошибочна. У изобретений, более или менее напоминающих реактивный двигатель, долгая история. Ракеты в качестве оружия использовались в Китае ещё в X веке. В Османской империи при помощи ракеты даже запустили человека в воздух (ненадолго). Пишут, что Лагари Хасан-челеби обнял «семикрылую» ракету, начинённую порохом, и её запустили из дворца Топкапы над Босфором. В какой-то момент Лагари спрыгнул с ракеты, используя что-то вроде парашюта, упал в море и доплыл до берега, где султан наградил его за отвагу золотом.

Ридли перечисляет один пример за другим: паровой двигатель, турбина, прививки, антибиотики, ватерклозет,

электрическая лампочка, компьютер — и в каждом случае развенчивает теорию гения-одиночки. Если вы спросите любого американца, кто изобрёл лампочку, он скажет, что Томас Эдисон. Англичанин ответит, что Джозеф Суон.

Более того, подчёркивает Ридли, на изобретение электрической лампочки могут претендовать по меньшей мере 21 человек из разных стран. Эдисон и в самом деле заслуживает признания как человек, который после многолетней

Русский, наверное, назвал бы Александра Лодыгина или Павла Яблочкова. И был бы по-своему прав.



упорной работы создал продукт, который можно продавать. Однако лампочка не была изобретена каким-то конкретным гением, а эволюционировала — разумеется, не генетически, но от разума к разуму. За годы, прошедшие после смерти Эдисона, лампочку постоянно улучшали, и у нас уже появились светодиодные лампы, которые во всех отношениях превосходят её.

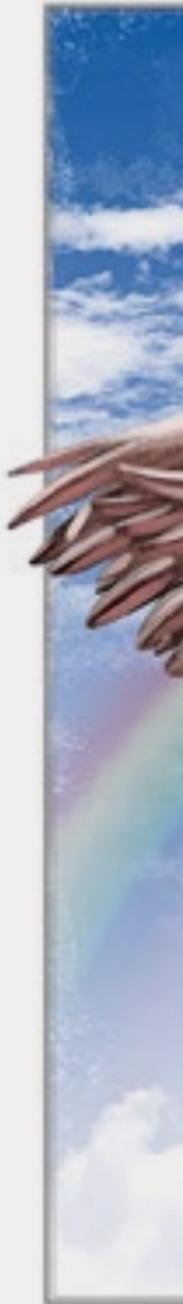
Технология эволюционирует шаг за шагом, и, пожалуй, нигде это не видно так наглядно, как в случае цифрового компьютера, который эволюционирует с такой скоростью, что модель следующего года, лучше и дешевле прежней, появляется чуть ли не раньше, чем удалось как следует поднять продажи модели нынешнего года.

Кто изобрёл самолёт? Братья Райт. Ну да, пожалуй, это они первыми подняли в воздух пилота-человека при помощи силового двигателя. Но всякого рода планеры появились уже очень давно. Братья Райт много знали о планерах, потому что экспериментировали с ними. Можно сказать, что они взяли планер, долго возились с ним, потом приделали пропеллер и двигатель внутреннего сгорания и на этом взлетели. Но такой упрощённый рассказ не даёт представления о том, что, собственно, значит «возились» — много, терпеливо, профессионально. Они построили аэродинамическую трубу, и она наверняка существенно помогла им подогнать все детали.

Первый в истории полёт Орвилла Райта состоялся 17 декабря 1903 года и продлился всего 12 секунд — аппарат пролетел 37 метров со скоростью 10,9 км/с. Никто не собирается лишать Орвилла и его брата славы первопроходцев — это было поразительное достижение. Однако теория гения-одиночки несостоятельна и здесь. Самолёты эволюционировали постепенно из планеров и затем, пройдя стадию первых бипланов, превратились в изящные и быстрые авиалайнеры наших дней.

Я говорил о соколе-мутанте и о скворце-мутанте, которые получили больше шансов на выживание, поскольку лучше умели летать. Но тогда получается, что усовершенствование должно было ждать, пока случайно не появится нужная мутация, — это примерно как ждать, пока

В обла  
есть т  
постеп



объявится г  
люции так н  
технических  
обычно не т  
ствительно  
идей для эво  
множение с  
вместе со во  
новых комб  
ются на суд  
подобно ин  
и переставл  
отказывают  
даться, когд  
(или гений-

---

*сти прогресса человечества  
еория гения-одиночки, а есть теория  
енной эволюции*



ений-одиночка. Однако в эво-  
е бывает, да и для научно-  
к инноваций гении-одиночки  
ребуются. Да, мутация дей-  
служит источником новых  
олюции. Однако половое раз-  
оставляет из мутантных генов  
еми прочими множество  
инаций, которые затем отда-  
естественного отбора. Гены,  
женерным идеям, тасуются  
яются, прежде чем от них  
ся. Это сложнее, чем дожи-  
а появится хитрая мутация  
одиночка). ^\_^

# Сдаём ЁГЭ по...

✎ Григорий Тарасевич (совместно с газетой «Страна. Росатом»)

Только не надо спрашивать, как расшифровывается аббревиатура ЁГЭ. Сами не знаем. Но точно не «единый государственный экзамен». Может быть, буква «ё» перекочевала из слова «ёжик», всё-таки они довольно милые. А вообще научно-популярный тест можно сделать на любую тему, хоть о мороженом, хоть о звезде. Наука — она везде.

# ...ёжикам



① Если вы помните детские книжки, ёжика там часто изображают несущим яблоко или гриб на своих иголках. Предполагается, что таким образом ёж запасает пищу на зиму. В детстве нас жестоко обманули. Яблоки с грибами не входят в основной рацион ежей, на иглах они пищу не перетаскивают и вообще не делают запасы на зиму, ибо впадают в спячку. Считается, что этот миф появился благодаря знаменитому учёному-энциклопедисту, погибшему во время извержения вулкана. Кто это?

- А. Плиний Старший.
- Б. Плиний Младший.
- В. Аристотель.
- Г. Дени Дидро.
- Д. Рик Санчес.

② Привычный нам ёж обитает в России и в странах Восточной Европы. Но есть они и в далёкой Новой Зеландии. Когда-то ежей привезли сюда европейские переселенцы — по-видимому, хотели защититься от насекомых-паразитов. Ежи успешно встроились в местную экосистему и стали массово распространяться. Как называется такое явление?

- А. Дедукция.
- Б. Индукция.
- В. Интродукция.
- Г. Субдукция.
- Д. Оккупация.

③ Когда мы готовили этот текст, столкнулись с проблемой: как правильно писать — «ежовые иглы» или «ежиные иглы». Вы как считаете?

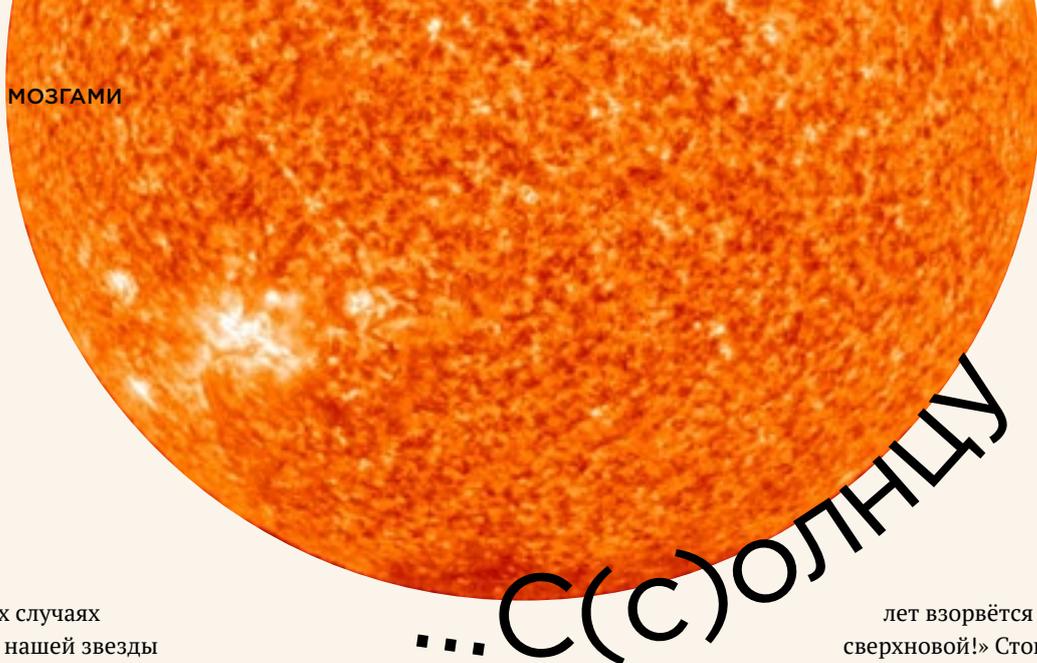
- А. Только «ежиные».
- Б. Только «ежовые».
- В. Можно и так, и так.
- Г. «Ежовыми» могут быть только рукавицы, а иглы всегда «ежиные».
- Д. Не так и не эдак — только «принадлежащий ежу».

④ Кстати о «ежовых рукавицах». Держать в них — значит жёстко управлять, быть строгим, беспощадным и т. д. Откуда, скорее всего, пошло это выражение?

- А. С 1936 по 1938 год наркомом внутренних дел СССР был Николай Ежов. При нём шли массовые репрессии, отсюда и выражение.
- Б. На Руси использовали рукавицы из толстой кожи, про которые говорили, что они такие прочные — ежей ловить можно.
- В. В старину шкурку ежей использовали для изготовления рукавиц, сохраняя при этом часть иголок.
- Г. Есть такое орудие пытки — металлические рукавицы с иглами внутри.
- Д. Кожа на лапках ежа очень крепкая и твёрдая, по аналогии с ней рукавицы стали называть «ежовыми».

⑤ Представьте, что вы идёте по лесу и видите очаровательного ёжика. Так хочется взять его на ручки, а то и домой утащить! Но знающие люди настоятельно советуют этого не делать, поскольку контакт с ежом может закончиться опасной болезнью. Какой именно?

- А. Бешенством.
- Б. Жёлтой лихорадкой.
- В. Энцефалитом.
- Г. Стригушим лишаем.
- Д. Всеми перечисленными и многими другими.



6 В каких случаях название нашей звезды надо писать с прописной буквы?

- А. Всегда.
- Б. Никогда.
- В. Только когда речь идёт о Солнце в прямом, а не переносном смысле слова, то есть «Солнце взошло», но «Ты моё солнце!».
- Г. Только когда речь идёт об астрономическом объекте. Например, «Солнце – центр нашей планетной системы», но «солнце сегодня взошло рано».
- Д. Можно как угодно писать, всё зависит от степени уважения к светилу.

7 Очень важный вопрос. Почему светит Солнце?

- А. Оно нагрелось в момент формирования Солнечной системы и с тех пор медленно остывает.
- Б. Внутри Солнца идёт радиоактивный распад, он и даёт энергию.
- В. Всему виной термоядерные реакции протон-протонного цикла.
- Г. Солнце – самый тяжёлый объект нашей планетной системы. На него всё время падают метеориты, и от ударов оно становится горячим.
- Д. Солнце светит, потому что хочет принести радость людям.

8 Ещё один вопрос, который кажется наивным. Почему летом тепло, а зимой холодно?

- А. Из-за угла падения лучей и продолжительности светового дня.
- Б. Из-за того что летом Земля находится ближе к Солнцу. Двигаясь по эллиптической орбите, летом наша планета оказывается в перигелии, то есть на самом близком расстоянии от звезды.
- В. Летом выше солнечная активность.
- Г. Летом сильнее работает парниковый эффект.
- Д. Зимой люди одеваются теплее, и чтобы им было не очень жарко, температура воздуха падает.

9 Как-то популярные сайты опубликовали сенсационную новость: «По мнению голландского астрофизика Пирса Ван дер Меера, эксперта Европейского космического агентства (ESA), температура ядра Солнца, составляющая обычно 15 миллионов градусов по Цельсию, за последние 11 лет поднялась до опасных 25 миллионов градусов. Если температура солнечных недр будет расти теми же темпами, то Солнце уже через шесть

лет взорвётся подобно сверхновой!» Стоило ли после такого сообщения ждать конца света в полном смысле этого слова?

- А. Да... Мир катится к катастрофе, достаточно в окно выглянуть или новости почитать. Солнце скоро взорвётся, мы все умрём.
- Б. Гм... Возможно, стоит опасаться. Всё-таки астрофизик из ESA, зря говорить не будет.
- В. Ну... Это лишь один из вариантов развития событий. Надо следить за светилом и ждать новых результатов измерений.
- Г. Ой... Наверное, это чья-то злая шутка. Или просто глупость.

10 А теперь представьте, что с Солнцем действительно что-то случилось. Фантастическая ситуация: наша звезда вдруг погасла. Через какое время (примерно) мы узнаем об этом прискорбном событии?

- А. Тут же.
- Б. Через 8 секунд.
- В. Через 8 минут.
- Г. Через 8 часов.
- Д. Через 8 лет.

# ...Мороженому



①① И снова вопрос на знание правил орфографии. Взгляните на список ответов — в одном-единственном случае на месте вопросительного знака должна стоять вторая буква «н». О каком словосочетании идёт речь?

- А. Вкусное морожен(?)ое.
- Б. Морожен(?)ое «Эскиммо».
- В. Фисташковое морожен(?)ое в шоколаде.
- Г. Морожен(?)ое в стаканчике.
- Д. Морожен(?)ое мясо.
- Е. Морожен(?)ые ягоды голубики.
- Ж. Морожен(?)ые в холодильнике фрукты.

①② Что такое мороженое с точки зрения химии? Точнее, так: чем мороженое не является? Выберите неправильный вариант.

- А. Веществом.
- Б. Сложной дисперсной системой.
- В. Эмульсионно-пенной смесью.
- Г. Смесью белков, жиров, сахаров, кислот и других веществ.
- Д. Совокупностью молекул, среди которых преобладают те, что содержат углерод, кислород и водород.

①③ В пищевой промышленности есть такой термин — взбитость. Это отношение объёма воздуха в мороженом к объёму жидкой смеси для его изготовления. Допустим, порция объёмом 180 мл имеет массу 80 г. Какова (примерно) взбитость этого мороженого?

- А. 80%.
- Б. 100%.
- В. 125%.
- Г. 130%.
- Д. 146%.

①④ Нет, мы не забыли про биологию! И помним, что хорошее мороженое делается с использованием молока. Обычно оно коровье, но теоретически можно использовать любое другое: овечье, козье, конское, верблюжье. А какое из животных никак не поможет нам в деле добывания молока?

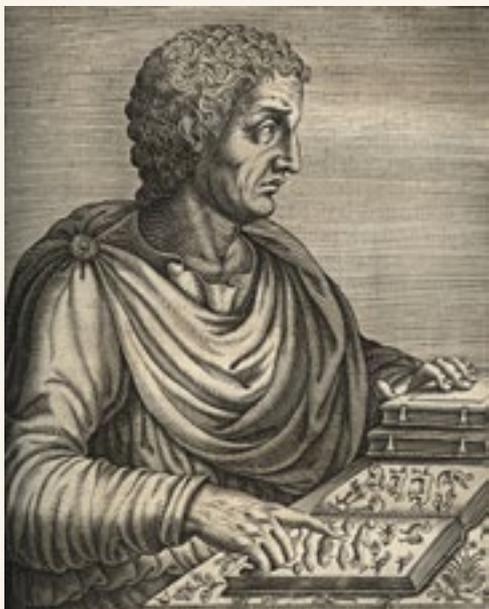
- А. Утконос.
- Б. Летучая мышь.
- В. Синий кит.
- Г. Китовая акула.
- Д. Дельфин по кличке Котик.

①⑤ Чуть-чуть теории вероятностей (очень простой). Представьте, что у вас в холодильнике лежат три пачки крем-брюле, два фисташковых рожка, три эскиммо, один клубничный брикет и два шоколадных стаканчика. Ночью вы, не включая свет, достали мороженое. Оно оказалось фисташковым. Вам показалось мало — рука снова потянулась к морозилке. Какова вероятность, что взятое наугад мороженое тоже окажется фисташковым?

- А. 50%.
- Б. 0,1.
- В. 12%.
- Г. 1/11.
- Д. Вероятность вычислить невозможно, ибо мороженое в морозилке находится в квантовой суперпозиции.



## Правильные ответы



### Вопрос 1. О яблоках на иголках

Правильный ответ: А.

В «Естественной истории» Плиний Старший писал о ежах: «Запасают на зиму пищу и ежи: накатавшись на упавших яблоках, ежи таким образом закрепляют их на спине и, держа ещё одно яблоко во рту, переносят в дупла деревьев». Откуда он взял эти сведения, неясно, однако в культуре этот миф остался надолго, благо «Естественная история» многие столетия была одной из главных энциклопедий.

Плиния Старшего можно простить за эту ошибку. Его энциклопедия состояла из более чем тридцати книг, это тысячи и тысячи страниц. И всё это было написано задолго по появления интернета. Возможно, античный энциклопедист написал бы ещё больше, но в 79 году произошло знаменитое извержение вулкана Везувий. Плиний Старший пытался наблюдать за этим явлением, а заодно помогал людям. В итоге погиб сам.

### Вопрос 2. О вторжении в Новую Зеландию

Правильный ответ: В.

Слово «интродукция» происходит от латинского *introductio* — введение. Так называют перемещение живых организмов человеком за пределы их исторического ареала. Привезённые в Новую Зеландию ёжики — характерный пример. На новом месте они не встретили естественных врагов и стали захватывать территорию. В середине XX века их в Новой Зеландии было примерно в пятьдесят раз больше, чем в любом другом месте на Земле. Нашествие ежей поставило под угрозу всю экосистему: исчезают насекомые, остаются без еды птицы. Теперь учёным приходится разрабатывать меры по сокращению ежиного поголовья.

Ёжик стал настолько значимой фигурой в сознании жителей Новой Зеландии, что местная Серьёзная партия однажды попыталась выдвинуть его в парламент. Однако

избирательная комиссия оказалась ещё более серьёзной и не допустила ежа до выборов.

### Вопрос 3. О ежом и ежином

Правильный ответ: В.

Очень непростой вопрос. Например, Справочная служба русского языка (онлайн-сервис при Институте русского языка имени В.В. Виноградова) на вопрос «Как правильно сказать: ежовый нос, ежиный нос или нос ежа?» отвечает следующим образом: «Ежиный нос и нос ежа». Но в другом месте на вопрос «Ежиные иголки или ежовые иголки?» столь же уверенно пишет: «Ежовые иголки». Как быть? Мы просмотрели почти десятков словарей русского языка. И в подавляющем большинстве слово «ежиный» признаётся столь же допустимым, что и «ежовый». Кроме одного исключения — идиомы «держат в ежовых рукавицах». Там только «ежовые».





**Вопрос 4.  
О ежовых рукавицах**

Правильный ответ: Б.

В конце 1930-х годов НКВД действительно возглавлял Николай Ежов. С его именем связывают эпоху Большого террора, когда были арестованы и расстреляны сотни тысяч ни в чём не повинных людей. Был даже такой плакат — бодрый нарком держит в колючих рукавицах многоголовую змею врагов народа, а внизу подпись: «Стальные ежовы рукавицы». Правда, в 1938 году Ежов впал в опалу и сам был расстрелян (так часто бывает с палачами), а время его правления стали называть «ежовщиной». Однако выражение про рукавицы появилось гораздо раньше. Например, в «Мёртвых душах» Гоголь так пишет об отношении Чичикова к крестьянам: «...держал бы их в ежовых рукавицах, гонял бы за всякий вздор». Скорее всего, эта идиома возникла благодаря рабочим рукавицам из толстой кожи, про которые говорили: в таких можно и ежей ловить.

**Вопрос 5.  
О ловле ежей**

Правильный ответ: Д.

Милый добрый ёжик на самом деле очень опасное животное. Например, как лисы с собаками, он может

переносить бешенство, при этом выглядит относительно здоровым. В рейтинге животных, распространяющих это вирусное заболевание, ёж входит в первую пятёрку. Между колючками ежа часто обитают клещи, которые, укусив человека, могут вызвать энцефалит, болезнь Лайма и другие заболевания. Автору этого текста довелось ознакомиться с исследованием под названием «Роль ежа обыкновенного в прокормлении иксодовых клещей». Изучив 35 ежей, учёные обнаружили на них 1685 клещей и их личинок... Короче: трогать ёжиков не надо, любите их на расстоянии.

**Вопрос 6.  
О большой букве**

Правильный ответ: Г.

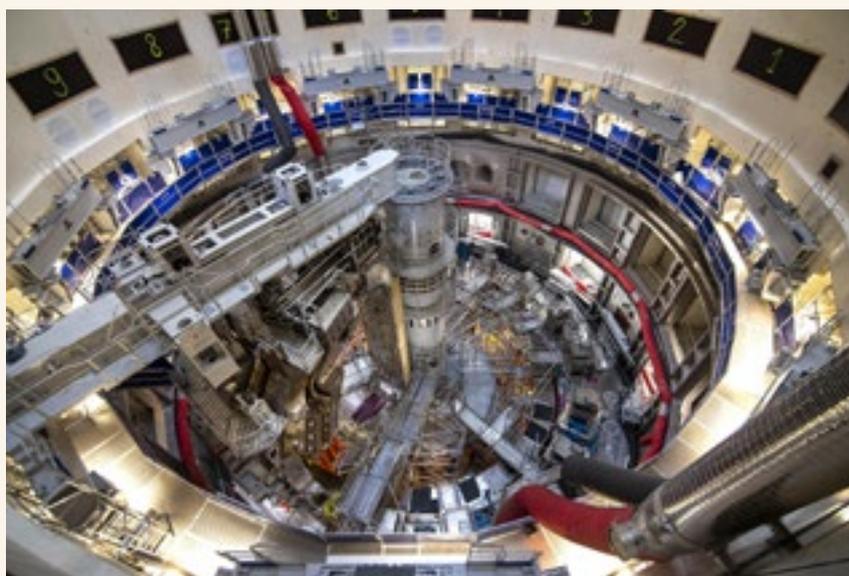
Комментарий Справочной службы русского языка таков: «Слово *солнце* пишется с большой буквы только в астрономическом контексте — как название центра Солнечной системы. Например, *вращение Земли вокруг Солнца, затмение Солнца*. В остальных случаях используется строчная буква». Определить эту границу не так легко. Очевидно, что в литературном

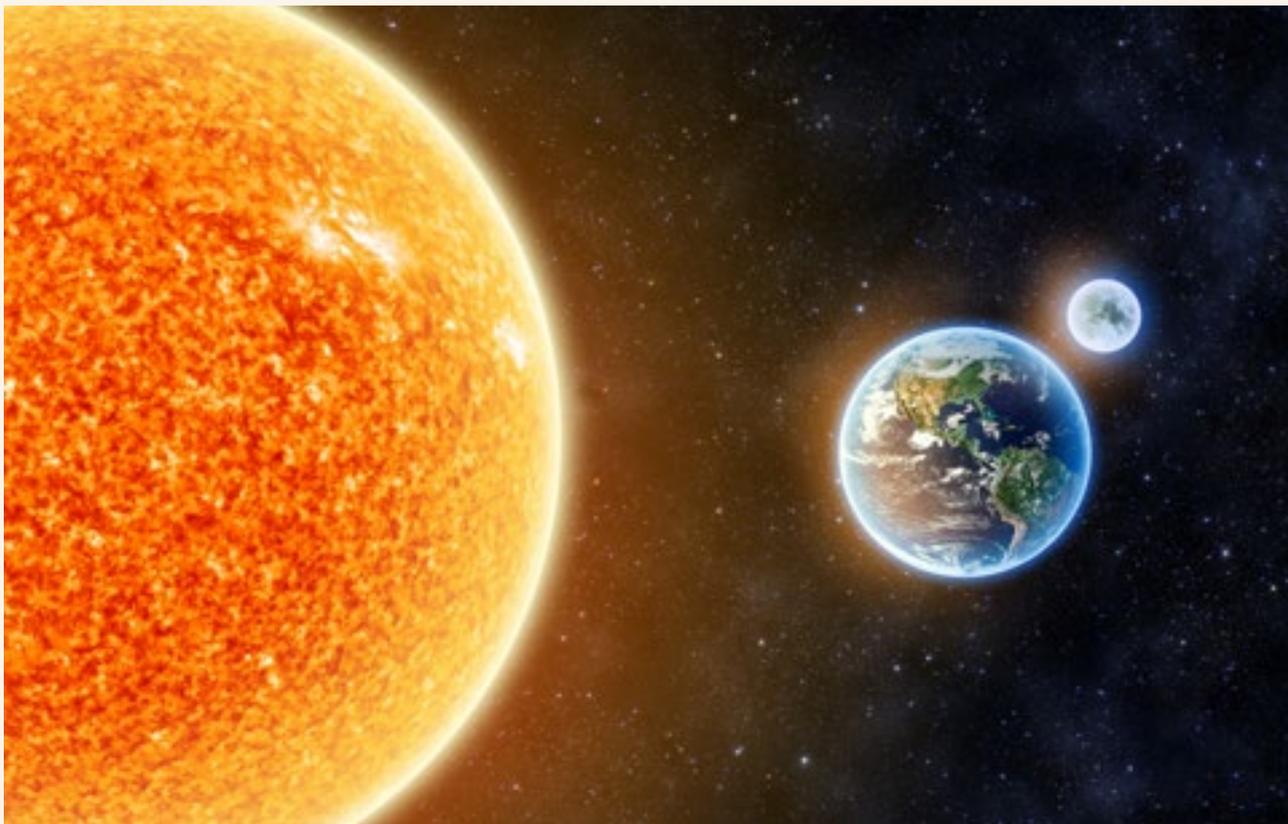
контексте *солнце* всегда пишется с маленькой буквы: например, «солнце зажглось в его глазах». А вот выбор буквы в случае «он смотрел на С(с)олнце» зависит от того, кто именно смотрел: герой романа или астроном в обсерватории.

**Вопрос 7.  
О причинах**

Правильный ответ: В.

Солнце, как и другие звёзды, разогревается благодаря термоядерным реакциям. На атомной электростанции энергия вырабатывается за счёт того, что ядра тяжёлого элемента, например урана, распадаются на более лёгкие. Внутри Солнца всё наоборот. Ядра водорода (самые лёгкие, всего один протон) сливаются в ядра гелия (два протона). Протоны положительно заряжены и должны друг от друга отталкиваться. Но огромное давление и температура в центре Солнца побеждают это отталкивание и заставляют протоны объединяться. При этом часть материи превращается в излучение. Это, конечно, упрощённая схема. Но самое интересное, что подобные процессы можно воспроизвести в земных условиях. Сейчас ведущие





государства мира — США, Россия, Китай, страны Евросоюза, Индия, Япония и др. — строят во Франции экспериментальный термоядерный реактор (ITER). Эта очень сложная установка должна стать прообразом термоядерных электростанций, которые будут производить энергию на основе тех же процессов, что протекают внутри Солнца.

### Вопрос 8. О зиме и лете

Правильный ответ: А.

Есть распространённое заблуждение, что летом теплее из-за того, что орбита Земли ближе к Солнцу. Но на самом деле для Северного полушария всё наоборот: в разгар лета мы оказываемся на 5 миллионов километров дальше от светила, чем зимой.

Наступление тёплого сезона связано с двумя вещами. Первая — это угол падения лучей. Из-за наклона

оси вращения Земли летом солнце стоит выше на небе, и поверхность прогревается лучше. Вторая — длина светового дня. Летом солнце восходит раньше, а садится позже, то есть времени на обогрев наших теплолюбивых организмов у него больше.

### Вопрос 9. Об угасании Солнца

Правильный ответ: Г.

Хотя это сообщение разошлось по сотням информационных сайтов, всерьёз воспринимать его не стоит. Во-первых, наша звезда слишком мала, чтобы превратиться в сверхновую. Во-вторых, нет авторитетных научных публикаций о таком радикальном росте температуры внутри Солнца. В-третьих, среди сотрудников ESA нет Пирса Ван дер Меера — что это за человек, вообще непонятно. Но главный аргумент

такой: эту новость впервые напечатали в начале 2000-х. С тех пор прошло гораздо больше обещанных шести лет, а Солнце так и не взорвалось. В общем, не волнуйтесь! У нас в запасе порядка 5 миллиардов лет, есть время сделать что-то хорошее.

### Вопрос 10. О времени полёта фотонов

Правильный ответ: В.

Глядя на Солнце, мы смотрим в прошлое. То есть в наши глаза попадают фотоны, пролетевшие примерно 150 миллионов километров. А скорость света — величина конечная. Такое расстояние свет пролетает чуть больше чем за 8 минут.

Если вы выбрали вариант Д (8 лет), то почти попали в двойную звезду Сириус, расположенную на расстоянии 8,6 светового года. По космиче-

ским меркам это очень близко.

**Вопрос 11.**  
**О «н» / «нн»**

Правильный ответ: Ж.

Может возникнуть неверная догадка, что, когда речь идёт о существительном («шоколадное мороженое»), пишется одна буква «н», а когда о прилагательном («мороженая курица») — две. Признаёмся: автор текста тоже когда-то так думал. Но русский язык очень коварный! Две буквы «н» в слове «мороженный» возможны лишь в одном случае — если есть зависимые слова. Тогда та же курица станет «мороженной в холодильнике».

**Вопрос 12.**  
**О коллоидной химии**  
Правильный (точнее, неправильный) ответ: А.

Все определения относительно верны, кроме первого. С точки зрения химии вещество — это материя, которая участвует в химических реакциях определённым образом. Мороженое под это определение не подходит, так как в нём намешаны и жиры, и белки, и сахара, и пузырьки воздуха, и много чего ещё. Каждая из составляющих имеет свои химические свойства. Но если вы выбрали не тот вариант

ответа, не расстраивайтесь: у физиков термины используются чуть иначе, чем у химиков. Для них вещество — это всё, что состоит из кварков, электронов и других частиц класса фермионов. Мороженое под это определение вроде бы подходит.

**Вопрос 13.**  
**О взбитости**  
Правильный ответ: В.

Объём смеси для мороженого равен 80 мл (если считать исходную смесь такой же плотной, как вода). Тогда воздух составляет  $180 - 80 = 100$  мл. Делим объём воздуха на объём смеси (100:80) и получаем 1,25, то есть 125%. Это очень нежное мороженое, обычно

взбитость не превышает 100%.

**Вопрос 14.**  
**О молоке**  
Правильный ответ: Г.

Только китовая акула в этом списке не относится к млекопитающим. Редакция на всякий случай напоминает: никогда не пытайтесь доить акулу!

**Вопрос 15.**  
**О фисташковой вероятности**  
Правильный ответ: Б.

Мы же предупреждали, что всё просто. В воображаемой морозилке было 11 упаковок мороженого. Одну вы съели, осталось десять. Соответственно, вероятность снова достать фисташко-



**Подводим итоги**

За каждый правильный ответ начислите себе 1 балл.

12–15 баллов. Гениально! Вам положены 10 килограмм мороженого со вкусом солнечного света и ежиного счастья!

8–11 баллов. Очень хорошо. Можете наградить себя стаканчиком пломбира и лечь спать в позе ёжика, наслаждаясь полуночным солнцем.

3–7 баллов. Неплохо. Чувствуется, что у вас есть опыт поедания мороженого, общения с ежами и попыток взглянуть на солнце.

Менее 3 баллов. Есть подозрение, что вы были не очень внимательны. Попробуйте пересчитать иглы у вашего домашнего ежа, разогреть эскимо и осознать своё место под солнцем.

# ЧТО КИЛОГРАММ ГВОЗДЕЙ

Почему Архимед  
бывает важнее  
Эйнштейна.  
Задача  
для настоящих  
душнил

---

✍ Григорий Тарасевич



# ТЯЖЕЛЕЕ: ИЛИ КИЛОГРАММ ПУХА?

Обычный человек скажет, что больше весят гвозди: они железные и тяжёлые. Попробуйте уронить на ногу мешок с пухом и мешок с гвоздями — сразу почувствуете разницу. Умный человек ответит, что в этой задачке гвозди и пух весят одинаково: килограмм — он и есть килограмм. Но если быть не только умным, но и дотошным, история про железо и пух становится совсем непростой. Попробуем разобраться.

## Что такое килограмм?

В килограммах люди измеряют массу. Каждый день результаты этого процесса я вижу в магазине, когда покупаю колбасу или картошку. Но на самом деле масса — это довольно сложная штука, и определяется она элементарными частицами, из которых состоит колбаса, картошка или моё скромное тело. Это сложная физика, Стандартная модель, бозон Хиггса и всё такое.

А ещё масса подчиняется законам теории относительности и начинает сильно меняться, если тело разогнать до скорости, близкой к скорости света. Но я исхожу из того, что и пух, и гвозди спокойно лежат на весах, поэтому Эйнштейна к нашему вопросу можно не привлекать.

То есть **килограмм** остаётся одинаковым как в случае пуха, так и в случае гвоздей. Казалось бы, задача решена. Да? Не совсем...

Больше ста лет эталоном килограмма служила гирия из платино-иридиевого сплава, хранящаяся в Международном бюро мер и весов неподалёку от Парижа. Но с 2019 года эту единицу массы решили определять не через рукотворный объект, а через физическую константу — постоянную Планка. Теперь главный прибор для измерения самой точной массы — весы Киббла, устройство, которое устанавливает, какой ток нужен, чтобы создать электромагнитное поле, способное уравновесить чашу с тестируемым эталоном... В общем, всё очень сложно, я сам до конца не разобрался.

## Что такое «тяжелее»?

В этом месте я добавлю в голос снобизма и спрошу вас: «А что именно, коллеги, вы подразумеваете под словом „тяжелее“? Вы имеете в виду массу? Или же вес? Это две совершенно разные физические величины: первая скалярная, вторая векторная!» Обычно мы не делаем различия между массой и весом. Например, не будет ошибкой сказать: «Этот мешок картошки весит пять килограмм» или «Масса этого мешка картошки — пять килограмм». Все поймут одинаково.

Но с точки зрения строгой науки масса и вес — разные вещи. И решение задачи зависит как раз от того, какой из двух терминов мы имели в виду.

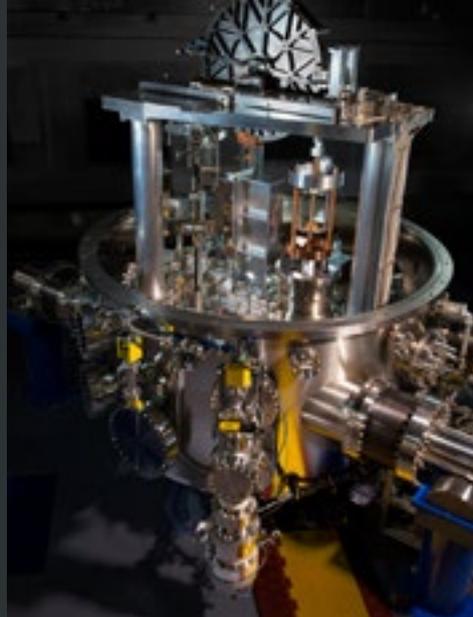
## Что такое вес?

С массой мы в общем и целом разобрались (ну, насколько это возможно). Теперь о весе. Вес — это то, с какой силой предмет давит на опору. Измеряется он



Цилиндр из платино-иридиевого сплава, до недавнего времени служивший эталоном килограмма.

Весы Киббла — прибор для установления соотношения между массой и электрической мощностью. С 2019 года именно с его помощью определяется эталонный килограмм



не килограммах, а в **ньютон**ах. В отличие от массы (скалярная величина), вес всегда имеет направление (векторная величина). И, опять-таки в отличие от массы, сильно зависит от внешних условий.

Представьте, что есть некий Гриша массой в 100 килограмм (я не такой толстый, просто округлил свою массу в большую сторону). Если кто-то на улице захочет меня поднять, ему придётся тяжко, даже если я не буду сопротивляться. Но представьте, что сбылась моя мечта и я оказался на Луне. Там этот Гриша будет весить чуть больше 16 килограмм, и поднять его будет легче. А на поверхности Солнца 100 килограмм превратятся почти в 3 тонны (главное — не забыть взять с собой тёмные очки и панамку). Масса осталась неизменной, а вес зависит от силы гравитации.

И не только от неё. Чтобы изменить мой вес, не обязательно лететь в космос. Достаточно пойти в ближайший бассейн. В воде я стану гораздо легче — меня одной рукой сможет поднять почти каждый. А всё потому, что начинает работать закон Архимеда. И именно от него зависит правильный ответ в задаче про пух и гвозди.

## Пух тяжелее гвоздей?

Задача про «что тяжелее» известна давно. Её приводит, например, знаменитый популяризатор науки Яков Перельман — правда, вместо пуха у него дерево, а вместо килограмма тонна. Но суть не меняется. В книжке «Занимательная физика» он пишет: «Общеизвестен шуточный вопрос: что тяжелее — тонна дерева или тонна железа? Не подумавши, обыкновенно

Не могу тут не вспомнить старый анекдот. Данила Багров (поигрывая пистолетом): — Вот скажи мне, мужик, в чём сила? Мужик (трясаясь от страха): — Я думаю, что сила в правде... Данила Багров: — А мой брат говорит, что в деньгах. Но на самом деле сила — она в ньютон



отвечают, что тонна железа тяжелее, вызывая дружный смех окружающих. Шутники, вероятно, ещё громче рассмеются, если им ответят, что тонна дерева тяжелее, чем тонна железа. Такое утверждение кажется уж ни с чем не сообразным — и однако, строго говоря, это верный ответ!» Перельман понимает под словом «тяжелее» массу. И тогда парадоксальный ответ оказывается правильным.

## Как работает закон Архимеда?

Проведём мысленный эксперимент (не пытайтесь повторить в реальности!). Представьте, что на дне бассейна, в котором кто-то одной рукой поднимал моё тело, стоят весы. Мы запаковали пух в непромокаемый мешок и пытаемся его взвесить. Что произойдёт? Именно! Ничего не получится: пух не будет лежать на весах, а всплывёт. Масса у него всё та же, а вот веса совсем нет, даже наоборот. Зато железные гвозди взвесить получится, хотя, скорее всего, прибор покажет не килограмм, а поменьше.

Очень-очень давно жил такой мудрец — Архимед. По легенде, однажды ему захотелось принять ванну. Он наполнил её до краёв и с наслаждением плюхнулся. Поскольку ванна была полна, на пол выплеснулось много воды. Сколько? Ровно столько, сколько составлял объём тела Архимеда. Говорят (скорее всего, врут), именно в этот момент мудрец сформулировал свой закон: на тело, погружённое в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу той жидкости, которую

вытеснило тело. Возможно, Архимед не залезал в ванну, а открыл свой закон, принимая душ. Или же он вообще лежал на пляже... Для науки это не важно.

## Так что всё-таки тяжелее?

Попробуем применить Архимеда к пуху и гвоздям. **Плотность хорошего пуха равна примерно 50 кг/м<sup>3</sup>**. То есть если мы заполним им мешок, у которого все стороны равны 1 метру, то пуха там будет 50 килограмм. Поскольку по условиям задачи нужен всего 1 килограмм, нам подойдёт мешок объёмом 1/50 кубического метра (правильнее записать так: 0,02 м<sup>3</sup>). Сколько весит такой же объём воды? Плотность воды — примерно 1000 кг/м<sup>3</sup>, значит, пух выталкивается с силой  $1000 \times 0,02 = 20$  кг. То есть сила выталкивания будет в двадцать раз больше этого килограмма. Вот поэтому взвесить пух в воде и не получится. Плотность железа составляет примерно 8000 кг/м<sup>3</sup>. Объём 1 килограмма — 1000 / 8000 кубических метров, а это 125 кубических сантиметров. Вытесненное количество воды будет весить всего 125 грамм — именно на столько окажется легче в бассейне килограмм железа. Всё-таки взвешивать под водой пух и гвозди могут только очень странные люди. Бассейн предназначен для других целей, да и пух может намочнуть. Представим, что дело происходит в обычном магазине. Там есть воздух, который подчиняется закону Архимеда точно так же, как и вода. На тело (мешок с гвоздями или пухом)

Кажется, что 60 грамм — это совсем немного. Но пух — штука дорогая. Например, килограмм элитного пуха казарки стоит 160 000 рублей. Цена закона Архимеда в этом случае — 9600 рублей. Сумма немаленькая.

При желании режим душники здесь можно включить на полную мощность. И под плотностью понимать не сам пух, а вещества, из которых он состоит. В первую очередь это керамтин — его плотность 1,3 г/см<sup>3</sup>, то есть он будет тонуть в воде. Но с этой поправкой задача становится совсем скучной.

тоже действует выталкивающая сила, соответствующая вытесненному объёму.

И это только кажется, что воздух не имеет массы. Очень даже имеет. Кубический метр воздуха — это примерно 1,2 килограмма, чуть больше, чем пакет молока. Значит, килограммовый мешок пуха вытеснит  $1,2 / 50 = 0,06$ , или **60 грамм**. Гвозди же будут выталкиваться совсем чуть-чуть, они вытеснили куда меньше одного грамма воздуха.

Напомним, что в книжке Перельмана под «тяжелее» подразумевается масса, а не вес. Чтобы в условиях земной атмосферы килограмм пуха давил на весы с той же силой, что и килограмм гвоздей, нужно сделать поправку на выталкивающую силу Архимеда. У пуха она больше. И чтоб весы показали килограмм, нужно прибавить эти вытесненные 60 грамм. Масса килограмма пуха = килограмм + масса вытесненного воздуха — примерно 1,06 килограмма. Получается, что килограмм пуха всё-таки тяжелее гвоздей.

Но если мы будем сравнивать вес, всё окажется наоборот. Мешок пуха массой 1 килограмм будет давить на весы слабее, чем килограммовая пачка гвоздей. Чтобы их уравновесить, придётся добавить к пуху эти 60 грамм. Получается, что в земной атмосфере килограмм пуха весит меньше, чем килограмм гвоздей.

## А могут килограмм пуха и килограмм гвоздей весить одинаково?

Могут. Но при одном условии. Взвешивание надо производить в вакууме, то есть там, где нет воздуха, воды или чего-то ещё. Сомневаемся, что кто-то готов провести такой эксперимент. ^ \_ ^

### Задание

Что весит больше: 12 надутых воздухом шариков или 12 сдутых? Попробуйте найти точные веса и проверить.

# Правда о бананах

Ради тебя он проехал полмира.  
Помоги ему стать взрослым.  
Проведи эксперимент

✎ Григорий Тарасевич,  
Никита Лавренов



## Бананы в Россию падают из Африки?

Не совсем. Да, в Африке тоже растут представители семейства Musaceae, плоды которых называют бананами. Но родина тех самых бананов, что в начале 90-х обосновались на прилавках и с тех пор уверенно держат свои позиции, вовсе не Африканский континент. Великий российский учёный Николай Вавилов, посвятивший большую часть жизни вопросам происхождения культурных растений, установил родину *Musa paradisiaca* (именно его плоды продаются в супермаркетах) — ею оказался Малайский архипелаг в Тихом океане. Современные исследования подтверждают эту точку зрения.

Но в Россию бананы попадают не оттуда, а из Латинской Америки. Было даже такое выражение — «банановая республика». Оно подразумевало, что в стране политическая нестабильность, коррупция, а вся экономика крутится вокруг экспорта одного или нескольких фруктов.

Главный поставщик бананов в Россию — Эквадор. Там, кстати, банан служит одним из главных продуктов питания: средний эквадорец за год съедает почти 74 килограмма бананов (а средний россиянин — меньше 8 килограмм).



## Раньше бананы могли есть только короли?

Не совсем. Бананы начали путешествовать по миру задолго до того, как европейцы открыли Америку. Сначала Александр Македонский привёз их из Индии в Средиземноморье, откуда они широко разошлись по тёплым странам Южной Европы, Ближнего Востока и Северной Африки ещё до нашей эры.

В Центральной и Северной Европе бананы начинают выращивать в XVI–XVII веках, когда в моду входят оранжевые культуры. Но большой урожай в оранжевых не собрать, поэтому да — в этих регионах банан действительно становится деликатесом для узкого круга богатых людей. В середине XX века, с развитием технологий транспортировки фруктов и овощей, бананы превращаются в общедоступное лакомство.



## Бананы к нам привозят совсем зелёными, а дозревают они благодаря специальному газу?

Да. Бананы собирают незрелыми и в таком виде грузят на корабль, а по окончании путешествия помещают в камеру, наполненную этиленом. Этот газ иногда называют «гормоном созревания»: он стимулирует не только созревание плодов, но и рост проростков, а ещё может сигнализировать о стрессе. В нашем случае этилен даёт бананам сигнал: «Ребята! Пришло время быстро дозреть».

Тот факт, что именно этилен ускоряет созревание растений, установил в 1912 году российский биолог Дмитрий Нелюбов. Так что в каждом зрелом банане есть частичка нашей науки!



## В бананах есть опасная радиация?

Не совсем. В бананах действительно есть немножко радиоактивного калия, существует даже такое понятие — «банановый эквивалент радиации». Но чтобы получить опасную дозу, нужно съесть примерно десять миллионов бананов. Ты точно справишься?



## Бананы растут на пальмах?

Нет. Пальма — это растение с одревесневающим стволом. Банан же относится к травянистым растениям, его ткани не одревесневают. Правда, эта «травя» может вымахать аж до десяти метров.



## На самом деле бананы в российских магазинах предназначены для корма скота. Настоящие десертные бананы маленькие.

Тоже нет. Бананы, которые продаются в России, чаще всего относятся к сорту «кавендиш». Его начали культивировать в Англии ещё в середине XIX века. Предназначались эти бананы для десерта человека — не животных.





### Исследование 1. Привези бананы в Россию

Большинство бананов попадает в Россию из Эквадора. Из порта Гуаякиль корабль с грузом идёт в Санкт-Петербург, откуда тропические плоды развозят по стране на машинах и поездах.

**Представь, что ты штурман бананового корабля.**

- 1 Проложи маршрут на Яндекс.Карте.
- 2 Через какие моря, океаны, проливы и каналы тебе предстоит пройти?
- 3 Какой примерно длины будет этот путь? Не забудь, что тебе надо зайти в порты Роттердам (Нидерланды) и Бремерхафен (Германия).
- 4 Твой корабль идёт со средней скоростью 25 километров в час (с учётом стоянок). За сколько дней бананы из Гуаякиля доберутся до Санкт-Петербурга?
- 5 Если бы плыть предстояло не сегодня, а двести лет назад, маршрут был бы таким же?

### Исследование 2. Операция «Шесть бананов»: помоги ему созреть

**Задача:** выяснить, в каких условиях банан созревает лучше всего.

**Потребуются:**

- 1 Пять полиэтиленовых пакетов.
- 2 Гроздь из шести самых зелёных и твёрдых бананов, которые найдутся в магазине.
- 3 Один очень спелый банан.
- 4 Один очень спелый помидор.
- 5 Одно очень спелое яблоко (лучше красное).

**Методика эксперимента:**

- 1 Один банан кладём в пакет и убираем в холодильник. Важно не завязывать пакет, чтобы туда мог проникать воздух.
- 2 Второй банан в завязанном пакете оставляем на кухне, желательно в тёплом месте.
- 3 Третий пусть лежит рядом, но без пакета.
- 4 К четвёртому незрелому добавляем в пакет спелый банан. Тоже оставляем на кухне.
- 5 К пятому добавляем в пакет помидор (завязываем, чтобы газ не ушел).
- 6 К шестому — яблоко.

Эксперимент продлится три дня. Утром, днём и вечером нужно будет осматривать бананы и записывать в таблицу все изменения: цвет, мягкость, появление гнили и т. д.

Что в результате? Какой банан созрел быстрее? Какой начал портиться? Что вообще происходило?

Время	Банан в холодильнике	Банан на кухне без пакета	Банан на кухне в полиэтиленовом пакете	Банан вместе с помидором	Банан вместе с яблоком	Банан вместе со спелым бананом
Утро						
День						
Вечер						
Утро						
День						
Вечер						
Утро						
День						
Вечер						

Первым должен был созреть тот банан, который лежал вместе с яблоком. Спелый фрукт выделяет газ этилен, который ускоряет созревание. Примерно то же самое должно было происходить и там, где компанию незрелым бананам составляли спелый банан и помидор.

Теоретически у одиноких бананов в полиэтиленовом пакете и без него скорость созревания должна быть одинаковой. Да, пакет состоит из почти того же этилена, что и газ. Но в полиэтилене молекулы связаны в прочные цепочки и не работают как гормон роста. Возможно, в пакете банан

начнёт подгнивать быстрее из-за того, что не уходит влага.

Позже всех должен был дозреть банан в холодильнике: холод замедляет любые биохимические процессы.

Вполне возможно, у тебя получились другие результаты. Подумай, почему так произошло. Может, изначально бананы были чуть разными. Или на созревание повлиял какой-то дополнительный фактор. Попробуй провести эксперимент ещё раз, немного изменив условия. Например, замени полиэтиленовые пакеты на бумажные, яблоко на грушу или помидор на огурец. ^\_^

30 лет



*Российская Академия Наук*



Московский  
университет —  
старейший  
в России



[270.msu.ru](http://270.msu.ru)