

# КОТ ШРЁДИНГЕРА

ПОБЕДИТЬ ТРОМБ

ЛЕКАРСТВО НА ОСНОВЕ ДНК

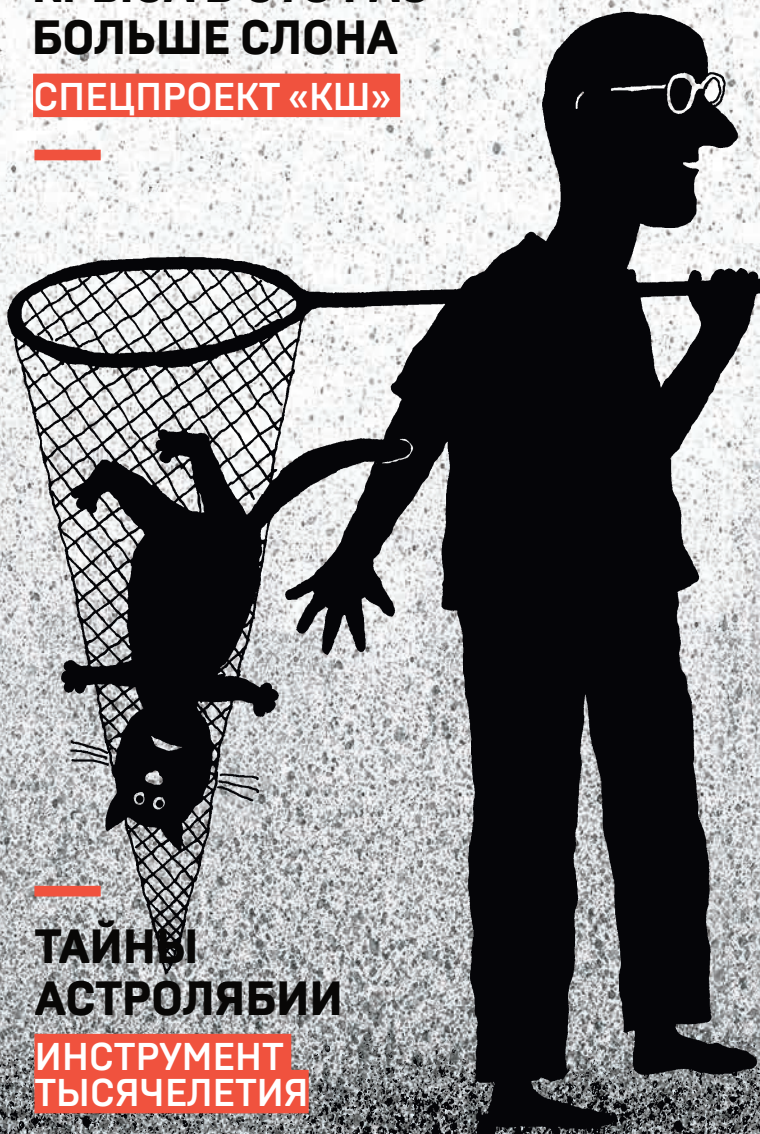
КРЫСА В СТО РАЗ  
БОЛЬШЕ СЛОНА

СПЕЦПРОЕКТ «КШ»

ТАЙНЫ  
АСТРОЛЯБИИ

ИНСТРУМЕНТ  
ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

ПРОГУЛКИ С МАТЕМАТИКОЙ  
КОДЫ, БИТЫ И ПУШЕЧНЫЕ ЯДРА



# ТОЖ АЧЭТННДЭРШ

12+

ТЁМНЫЕ ФОТОНЫ  
Скрытая Вселенная  
рядом с нами



№ 7-8 (33-34)  
ИЮЛЬ-АВГУСТ 2017



» ЖИВОЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ ФЕСТИВАЛЯ НАУКИ «

# КОТ ШРЁДИНГЕРА

Журнал «Кот Шрёдингера»  
№7-8 (33-34) июль-август 2017

## Учредитель и издатель

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

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

## Издатель

ООО «Дирекция Фестиваля науки»

## Редакция

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

Главный редактор:

Григорий (Витальевич) Тарасевич  
Редакторы: Евгения Береснева,  
Андрей Константинов, Алёна Лесняк,  
Светлана Скарлош, Светлана  
Соколова

Главный художник: Глеб Капустин

Дизайнер: Сергей Лемешко  
Фотослужба: Марина Гордеева

Вёрстка: Влад Груненок

Литературный редактор:

Мария Кисовская

Администрация: Антон Будников

Соиздатель: Светлана Малахова

В работе над журналом принимали участие:  
Артём Акшинцев, Максим Андреев, Егор  
Антощенко, Мария Валяева, Андрей  
Дроздов, Игорь Кенденков, Елена  
Клещенко, Дмитрий Кузнецов, Никита  
Лавренов, Сергей Масликов, Анастасия  
Месилова, Георгий Мурышкин, Пётр  
Перевезенцев и другие хорошие люди.

Отпечатано в ОАО «Полиграфический  
комплекс "Пушкинская площадь"»  
109548, Москва, ул. Шоссейная, д. 4Д  
Тираж: 50 000 экз.  
Цена свободная

Журнал выходит при поддержке Министер-  
ства образования и науки РФ.

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

Подписано в печать 13 июля 2017 г.

Редакция не несёт ответственности  
за содержание рекламных объявлений.  
Мнение авторов не всегда совпадает  
с мнением редакции.

© ООО «Дирекция Фестиваля науки», 2017

## ПОДПИСКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ

8 (495) 961-68-53

Татьяна Каличкина,  
«Инфо Маркет Сервис»

Мур!

Этим легкомысленным приветствием позволю себе открыть июльский выпуск журнала, носящего моё имя. Редакторы попросили меня окинуть свежим, критическим взглядом все публикации номера ещё до выхода его из печати и дать некоторый содержательный отклик. Признаться, мне льстит, что они высоко ценят мой опыт и глубокое понимание сущности вещей.

Изучив журнал, я обратил внимание, что две темы проходят сквозь него красной нитью, да простят мне этот избитый оборот из школьных учебников литературы. Первая вызвала у меня горячий отклик, ибо речь идёт о судьбе лабораторных животных.

Им посвящена и тема номера, и спецпроект, и текст в Homo sapiens. Мне кажется справедливым, что авторы отдали должное тысячам крыс, мышей, обезьян, кроликов, собак, плодовых мушек и других организмов, которые так много сделали для развития науки. Биология, медицина и другие области человеческого знания по сей день оставались бы умозрительной забавой, если бы не возможность эксперимента.

В некотором смысле именно животные, а вовсе не люди являются истинными первопроходцами науки. Кто первым полетел в космос? Собаки! Многие помнят имена Белки и Стрелки. Возможно, у кого-то в памяти всплывёт ещё и Лайка. Увы, другие пионеры космонавтики менее известны, а их было немало: Лисичка, Чайка, Отважная, Белянка, Пёстрая, Рыжик, Линда, Джойна, Цыган, Дезик... Всех не перечислишь.

Что уж говорить о животных, на которых тестировали лекарственные препараты! Они так и остались безымянными героями науки. Притом что именно им мы обязаны своим здоровьем, а то и жизнью. Посмотрите на

таблетки в своей домашней аптечке и помяните добрым словом мучеников науки.

Я доволен: работая над этим номером, мои редакторы отдали дань уважения подвигу животных и поспособствовали восстановлению справедливости.

При этом заметьте: я кот, и с мышами, крысами, собаками у меня исторически сложились напряжённые отношения. Но я могу преодолеть видовое высокомерие и признать весомый вклад этих существ в мировой прогресс. Хотя, разумеется, не стану проводить аналогию с собственной судьбой и вкладом в науку. Их работа массовая, статистическая. Я же олицетворяю уникальный мысленный эксперимент, лежащий к тому же в более возвышенной плоскости, нежели физиология.

Вторая тема, объединяющая несколько материалов номера, — этика. Какой будет мораль искусственного интеллекта? Что можно и чего нельзя в научных экспериментах? Какие этические риски несут новые технологии? Эти вопросы могут показаться далёкими от сегодняшней жизни. Но, фокусируясь на проблемах будущего, мы лучше понимаем сложности настоящего. Решая нравственные дилеммы для робота, мы глубже задумываемся о собственном моральном выборе.

Не в этом ли состоит одна из целей науки — познавать Вселенную и одновременно познавать себя?

Мур!





Международная метеорная организация утверждает, что метеороид — это «твёрдый объект, движущийся в межпланетном пространстве, размером значительно меньше астероида, но значительно больше атома». Большинство метеороидов малы, как зёрнышко, но встречаются и гиганты до 30 м в диаметре.

# Как стать метеоритом

ДНЕВНИК ОДНОГО МЕТЕОРОИДА

**Я** относительно небольшой метеороид, лечу сквозь пространство и время со сверхзвуковой скоростью и, чтобы спастись от одиночества, веду этот дневник.

## **Н** миллиардов лет до падения

Кто мы? Метеороиды, блуждающие во Вселенной куски железа и камня. Кто-то откололся от кометы или астероида; кто-то появился, когда формировались планеты. На самом деле мы ничто. Космический мусор. Пыль небесных тел. Как там у Гумилёва? «...В этом мире сделался ничем, вот живу и ничего не делаю».

## **4,5** миллиарда лет до падения

Есть два варианта развития событий. Либо я упаду на планету или спутник и стану метеоритом, либо сгорю в атмосфере. Например, на высоте примерно 100 км от Земли моя поверхность нагреется до нескольких тысяч градусов, и я потеряю от 10 до 90 % массы. Выживу ли я в таких условиях? Не знаю.

## **2,5** миллиарда лет до падения

Смотрел в зеркало. Размышлял, каким бы я мог стать метеоритом. Они бывают железные, каменные, железно-каменные. Первые на 85 % состоят из железа; вторые на 90 % из хондр — затвердевших капель расплавленного силикатного вещества. Метеориты без хондр зовутся ахондритами.

## **2,5** миллиарда лет до падения. Спустя час после предыдущей записи

Нет, нечего и мечтать. Не хватит у меня ни сил, ни таланта стать метеоритом. Меня, как и бедного князя Мышкина, мучает, что я «всему чужой и выкидыш».

## **2** миллиарда лет до падения

Вышел на балкон. Дышать нечем. Навигатор показывает, что лечу к Земле. Овладевают предчувствия.

## **1** миллион лет до падения

Не спится. Смотрю в потолок. Правда, потолка нет. Тоскую. Встречаясь с Землёй, метеориты обычно остаются на поверхности, а если углубляются в грунт, то не более чем на метр. Лишь самые сильные из нас при ударе способны взорваться и образовать кратер. Ну что ж, «Первый признак начала познания — желание умереть», — писал старина Кафка.

## **1** месяц до падения

Гугл-календарь напоминает, что 27 июня метеорный поток Ионские Боотиды из созвездия Волопаса достигнет максимальной интенсивности. Земляне смогут наблюдать его с 22 июня по 2 июля. Ожидается от 1 до 100 метеоров в час. Да, иногда мы собираемся в группы и вторгаемся в атмосферу Земли сообща.

## **5** секунд до падения

Ой, мамочки, кажется, началось. Вхожу в атмосферу. Скорость около 20 км/с. Потерял очки. Хотя их и не было — от этого ещё обиднее. Очень сильное сопротивление воздуха. Жара. Борода горит. Хотя бороды тоже нет. Продолжаю успокаивать себя Кафкой: «Опасность длится лишь одно маленькое, ограниченное мгновение...»

## **4** секунды до падения

Разогрелся до 3000 °С, свечусь и таю, как сливочное масло на раскалён-

ной сковородке. Вещество на моей поверхности плавится, вскипает, превращается в газ и образует тот самый яркий след, который называется метеором. Кто-то сейчас ошибся и решил, что падает звезда или летит комета. На самом деле это сияет сгоревшая часть меня.

## **3** секунды до падения

Думаю, Пушкин был прав: «Нет, весь я не умру...» Жив! Начинаю остывать и тормозить. Лечу почти вертикально, как самый обычный, бездарный, безнадёжный камень.

## **1** секунда после падения

Лежу в сибирской тайге. Я стал метеоритом. То, на что я лишь робко надеялся, сбылось. «Как тихо, спокойно и торжественно... Как же я не видал прежде этого высокого небеса?» — думал под Аустерлицем Андрей Болконский. Так же думаю сейчас я.

## **Н** лет после падения

Надеюсь, учёные найдут меня и будут исследовать в лабораториях, как исследуют знаменитый метеорит «Челябинск», упавший в феврале 2013 года на Урале. Наконец-то я смогу принести пользу. Мысленно заламываю руки и восклицаю, как чеховские сёстры: «В Москву, в Москву, в Москву!»





## Фоторепортаж: дикая жизнь на Острове свободы

Куба — удивительнейшая страна. Густые тропические леса соседствуют здесь с непроходимыми болотами и просторными, открытыми солнцу прибрежными линиями. А ещё тут обитает множество эндемиков: животных и растений, которые нигде больше в мире не встречаются. Наблюдение за ними и было целью поездки фотографа и биолога Ильи Гомыранова.

# 24



ИЛЛЮСТРАЦИЯ НА ОБЛЖКЕ: ГЕОРГИЙ МУРЫШКИН

Рисунок на обложке символизирует сложные отношения между нашим миром и миром тёмной материи. Мы рядом, но никак не можем вступить в контакт.

### ВХОД

#### **8** НОВОСТИ, КОТОРЫЕ НАС...

...впечатлили  
...сблизили

#### **10** КАРТА НЕСТОЛИЧНОЙ НАУКИ

Томский робот-разведчик, древняя птица из Саратова, рентгеновская линза из Калининграда и другие открытия и разработки, сделанные вне Москвы и Петербурга

#### **12** СОБЫТИЯ

«Радиоастрон» продолжит работу. МС-21 поднялся в небо. Финансовая грамотность российских подростков превысила среднемировой уровень

#### **14** ТЕМА НОМЕРА

Биомедицинская этика: что можно, чего нельзя, а о чём ещё не договорились

#### **24** РЕПОРТАЖ

Дикая жизнь на Острове свободы

#### ДИКТАТУРА БУДУЩЕГО

#### **36** НОВОСТИ ПРОГРЕССА

Гроссмейстер призывает к союзу с роботами, в Арктике построят атомную заправку, менеджерам вживляют микрочипы

#### **38** ИСКУССТВЕННЫЙ РАЗУМ И НАСТОЯЩИЕ ЧУВСТВА

Круглый стол «КШ» и Microsoft:



48

## Главный инструмент тысячелетия

«Астролябия как астрономический инструмент: от Античности до Нового времени» — так называется кандидатская диссертация, которую защитил директор новосибирского планетария **Сергей Масликов**. «КШ» публикует его статью, написанную на основе диссертации.

как будут складываться отношения человека и машины

## ТЕХНОЛОГИИ

### 46 НОВОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ

Историческая спектроскопия, спутникостроение, искусственный интеллект, наномедицина, колонизационно-аддитивные технологии, акустическое материаловедение

### 48 АСТРОЛЯБИЯ

Главный астрономический инструмент тысячелетия

### 56 АТОМЫ КРАСОТЫ

История гранёного стакана

## ★ СПЕЦПРОЕКТ

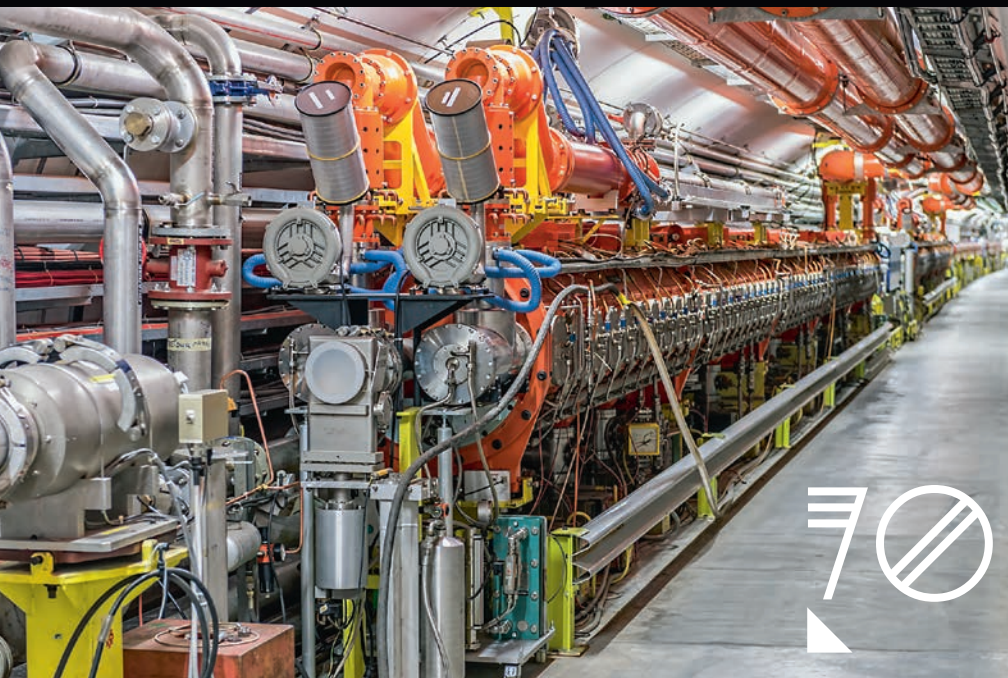
### 58 ГРОМАДНАЯ МЫШЬ И МИЗЕРНЫЙ СЛОН

Какими нам представляются животные по научным статьям

## ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

### 68 НОВОСТИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Древнейший шампиньон, мыши почувствовали вкус воды, зародыш бережёт клетки материнского организма, новый рекорд квантовой телепортации



70

## Пролить свет на тёмные фотоны

Возможно, где-то во Вселенной существует совершенно иной, непохожий на наш мир. В нём работают другие законы физики, взаимодействуют другие частицы. Группа российских учёных вместе с коллегами из других стран приблизилась к обнаружению загадочной частицы — тёмного фотона. Он может оказаться посредником между нашим миром и скрытым сектором Вселенной.



## Тамара, победитель тромба

Только не подумайте, что имя Тамара, которое вынесено в заголовок, принадлежит великому медику или биологу. Нет, «Тамарой» российские учёные назвали новое лекарство, которое поможет бороться с тромбами. Препарат успешно прошёл доклинические испытания на мышах, кроликах и обезьянах.



### 70 ПРОЛИТЬ СВЕТ НА ТЁМНЫЕ ФОТОНЫ

Наука ещё на шаг подошла к разгадке тайны тёмной материи

### 80 ГЕРБАРИЙ

Неизвестные виды

### НОМО SAPIENS

### 88 ГУМАНИТАРНЫЕ НОВОСТИ

Как заикание связано с перфекционизмом? Зачем водителю дополнительная реальность? Почему время эгоистов уходит? Как неблагополучные подростки реагируют на сложные ситуации?

### 90 ТАМАРА, ПОБЕДИТЕЛЬ ТРОМБА

ДНК не даст крови загустеть

### ГЕРОИ

### 98 ПРОГУЛКИ С МАТЕМАТИКОМ

Григорий Кабатянский: биты, коды, ошибки и упаковка апельсинов в многомерном пространстве

### ВЫХОД

### 104 СВОИМИ МОЗГАМИ

Справитесь ли вы с заданиями Всероссийской школьной олимпиады по литературе?

### 108 ОБЗОР КНИГ

Физика, рассказанная на ночь. Учёные скрывают? Мифы XXI века. Шанс есть! Наука удачи, случайности и вероятности. Сейчас. Физика времени.

Что скрывает кожа

### 110 ПРЕПРИНТ

Антрополог Станислав Дробышевский. «Достающее звено. Книга вторая: люди»

### 114 КОМИКС

Голый землекоп и суперживотные

### 120 АФИША

Научные выставки. Топ-5 ботанических садов

### 124 МОЛЕКУЛЯРНАЯ КУХНЯ С ЕЛЕНОЙ КЛЕЩЕНКО

Смородина

### 126 НАУЧНЫЙ КВЕСТ

Гуляем по ВДНХ

### 128 ТОЛКОВАНИЕ АНЕКДОТА

Проблема третьей мыши

**КОЛОНКИ  
РЕДАКТОРОВ****35 ГРИГОРИЙ ТАРАСЕВИЧ**

Конец истории 2.0

**45 СВЕТЛАНА СОКОЛОВА**

По дороге с самим собой

**67 АНДРЕЙ КОНСТАНТИНОВ**

Приспособленный к эволюции

**87 СВЕТЛАНА СКАРЛОШ**

О пользе розовых очков

**97 АЛЁНА ЛЕСНЯК**

Пляжная иллюзия

## Прогулки с математикой

Если внимательно смотреть по сторонам, можно увидеть, как в обыденной жизни воплощаются научные идеи. «КШ» прогулялся с математиком Григорием Кабатянским и посмотрел на мир сквозь призму его науки.

## Вопросы по номеру

// ОТВЕТЫ ИЩИТЕ НА СТРАНИЦАХ ЖУРНАЛА

**1. Где можно найти тимпаны, паука, лошадку и алидаду с визирами?**

- А.** В росписи египетских гробниц.
- Б.** В планиферной астролябии.
- В.** В скульптурном декоре индуистского храма.
- Г.** В рукописях арабского математика Григаль-Каба-ибн-Тяна.

**2. Что физики обозначают аббревиатурой КОП?**

- А.** Величину, которая определяет параметры линзы телескопа и других приборов, — коэффициент оптической плотности.
- Б.** Понятие из области математической статистики, которое используется для предсказания поведения частиц, — константу ожидаемого потенциала.

**В.** Это юмор. Так уставшие учёные намекают на необходимость отдыха: «Когда отпуск получу?»

**Г.** Гипотезу о существовании «зеркальной Вселенной», выдвинутую в 60-е годы советскими физиками Игорем Кобзарёвым, Львом Окунем и Исааком Померенчуком.

**3. Что такое аптамер?**

- А.** Прибор для измерения аптационного смещения.
- Б.** Белок, участвующий в регуляции температуры тела у позвоночных животных.
- В.** Фрагмент ДНК, способный связываться с различными молекулами или клетками.
- Г.** Приверженец древнего культа, основанного

на поклонении богу Аптаму.

**4. Недавно международная группа учёных описала новый вид ископаемых плиозавров — *Luskan itilensis*. На кого из современных животных было похоже это существо?**

- А.** На дельфина.
- Б.** На саламандру.
- В.** На лягушку.
- Г.** На кашалота.

**5. Какая ситуация породила задачу, одно из решений которой математик Григорий Кабатянский считает главным своим достижением?**

- А.** Необходимость определять положение корабля даже в пасмурную погоду.
- Б.** Перевозка пушечных ядер из Англии в Северную Америку.
- В.** Проект по обеспечению связью горных территорий Кубы.
- Г.** У этой задачи не бы-

ло практической основы — чистая игра математического ума.

**6. В каком месте можно обнаружить вещество под названием «кошачий кетон»?**

- А.** В любой лаборатории, которая занимается ядами.
- Б.** В поливитаминных таблетках для детей.
- В.** В обычной садовой смородине.
- Г.** В списке препаратов, запрещённых к экспорту из США.

**7. Чем интересен науке га-лапагосский баклан?**

- А.** Он не умеет летать.
- Б.** Он переваривает горные породы.
- В.** Он выделяет вещество, необходимое для создания антигистаминных препаратов.
- Г.** Он отличается очень высоким уровнем интеллекта.





## ...Впечатлили

// РЕСНИЧКИ И ПОЛЁТ БАКЛАНА

Учёным из США и Чили удалось выяснить, почему галапагосский баклан не умеет летать. Для этого они полностью секвенировали и проанализировали его геном, сравнили с геномами других бакланов — ушастого, неотропического и берингова. Оказалось, что всему виной мутации в нескольких генах, отвечающих за развитие первичных ресничек (цилий) — важных клеточных органелл.



**Юлия Михневич** — зоолог, выпускница биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, сотрудник научно-популярного проекта [elementy.ru](http://elementy.ru), экскурсовод эколого-просветительского центра «Битцевский лес».

говорят, главу исследовательской группы Леонида Кругляка вдохновила на изучение бакланов поездка на Галапагосские острова. Это неудивительно: мы помним, к чему привела поездка туда Чарлза Дарвина. Да и как тут остаться равнодушным! На островах полно удивительной живности, особенно птиц. Это и чудесные голубоногие олуши, и разнообразные дарвиновы вьюрки, и милейший галапагосский пингвин. Я и сама не отказалась бы побывать на Галапагоссах, тем более что птицами увлекаюсь профессионально. Но вернёмся к баклану. Его случайно выбрали для исследования утраты способности к полёту. Изме-

нения костной системы баклана — укорочение костей крыла и уплотнение грудины — произошли всего за два миллиона лет. По меркам эволюции это совсем немного. А «по свежим следам» можно гораздо точнее изучить механизм приобретения признаков.

Авторы исследования выяснили: неспособность летать связана у баклана с утратой или неправильной работой первичных ресничек — цилий. Это логично, ведь цилии расположены на поверхности практически каждой клетки организма и важны для сигнального пути, который определяет, какие органы будут развиваться у эмбриона. Авторы работы выявили мутации в нескольких генах (*Ofd1*, *Evc*, *Wdr34* и *Ift122*, *Cux1*), кодирующих белки, которые регулируют рост и правильную работу первичных цилий. У человека эти же мутации приводят к скелетным цилиопатиям — дефектам развития костей (например, укорочение длинных костей

рук). Возможно, исследования бакланов помогут нам бороться с наследственными болезнями. Для чего эволюция лишила бакланов возможности летать? Большинство учёных считают, что не «для чего», а «почему». Мол, от хорошей жизни всё это: естественных врагов нет, еды много, необходимости в сезонных миграциях тоже нет. А нырять с короткими крыльями даже легче — снижается плавучесть. Кстати, мне приходилось встречаться с одним из ближайших родичей героя исследования — беринговым бакланом с Командорских островов (Беринга и Медного). Казалось бы, островные популяции, обилие пищи, за которой тоже надо нырять... Но нет: тамошние бакланы ещё как летают, сама видела. А всё потому, что им есть от кого спастись, — от песка, единственного аборигенного наземного хищника. Он охотится и за взрослой птицей, и за птенцами. Даже гнездование на скалах не всегда спасает от острых зубов: песцы очень ловко лазают по скалам.

Исследовать островные популяции жуть как интересно! Я вот изучала этих самых командорских песцов, которые, кстати, тоже уникальны в генетическом плане.

Жаль только, что не все виды островных животных доживут до изучения. Вместе с человеком на острова заселились крысы, свиньи, кошки, собаки и другие животные. Они нанесли урон местной фауне не только хищничеством, но и распространяя болезни. Многим знакома, например, печальная история нелетающего крапивника *Traversia lyalli* на острове Стивенс (Новая Зеландия), всю популяцию которого уничтожили расплодившиеся кошки.

Собственно, и сам галапагосский баклан внесён в Международную Красную книгу как уязвимый вид: его популяция в 2013 году оценивалась примерно в 2080 особей. Но будем надеяться, что меры по охране этих птиц, а также островных экосистем в целом позволят сохранить уникальные виды.

**Источник эмоций** [A. Burga et al.](#) // *A genetic signature of the evolution of loss of flight in the Galapagos cormorant. Science. 2017. Vol 356. Issue 6341. P. 904–905.*



# ...сблизили

// ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ПОМОЖЕТ ДОГОВОРИТЬСЯ С РАСТЕНИЯМИ

**Project Florence** — это сплав чистой науки, прикладных технологий и современного искусства. Суть проекта в создании интерфейса между человеком и растениями.



**Елена Кручина** — communications manager, Microsoft  
RUS LLC.

Знаете ли вы, что человек может понимать язык растений и для этого не обязательно поедать цветки папоротника в ночь на Ивана Купала? Посетив лабораторию Microsoft Research в Редмонде (США), я узнала о системе, которая позволяет анализировать состояние растений и буквально общаться с ними.

На первый взгляд ничего необычного. В стеклянной колбе стоит растение, похожее на дерево бонсай, — у нас такие в магазинах продают. Сверху лампочка. К колбе подключён кабель, на другом его конце компьютер. Я набираю на клавиатуре: «Привет!

Как дела?» Через секунду в колбе с растением загорается свет. Ещё через секунду из встроенного маленького принтера вылезает бумажка с ответом: «Добро пожаловать в мой сад! Доброе утро». Как рассказала мне Аста Роузвэй из отдела перспективных разработок Microsoft Research, сообщения, которые набирает пользователь на компьютере, семантический анализатор преобразует в импульсы света, испускаемые светодиодами во-



круг растения. Например, тексты, несущие положительные эмоции, превращаются в импульсы красных светодиодов, поскольку красный свет стимулирует цветение растений. В листьях и корнях происходят ответные химические реакции; датчики анализируют состояние дерева и среды вокруг и преобразуют результат в понятное человеку текстовое сообщение, которое выводится на экран компьютера или на принтер.

Фактически учёные теперь могут общаться с растениями, узнавать их настроение, определять жизненный цикл. Для чего нужны такие системы? Человечество всё чаще сталкивается с нехваткой водных ресурсов, загрязнением почв и прочими проблемами. Для их решения Microsoft ведёт активные разработки в области гидропоники и аквапоники. Первая предполагает выращивание растений без естественного грунта, вторая ориентирована на создание искусственных экосистем с участием растений, рыб, бактерий.

Такие проекты открывают новые возможности для сельского хозяйства, прежде всего в вопросе эффективного расходования воды в густонаселённых регионах планеты. 🐾



# Нестололичная наука

Робот-разведчик, древняя птица, рентгеновская линза и другие открытия и разработки российских учёных, **сделанные вне Москвы и Санкт-Петербурга**

1

## Владивосток

// 43°07'00" С.Ш. 131°54'00" В.Д.

Микроскопические грибы с поверхности морской травы станут основой новых противовоспалительных и противоопухолевых лекарств. Учёные из ДВО РАН и Дальневосточного федерального университета смогли выделить из этих грибов 17 биологически активных соединений.

2

## Иркутск

// 52°17'00" С.Ш. 104°18'00" В.Д.

Сотрудники Института солнечно-земной физики СО РАН описали, каким образом ударные акустические волны от землетрясений распространяются в атмосфере Земли на тысячи километров. Наша планета выступает для них своеобразной антенной, усиливая колебания.



### 3 Красноярск

// 56°00'43" С. Ш. 92°52'17" В. Д.

Лингвисты Сибирского федерального университета разработали технологию автоматического анализа силы эмоций, выраженных в тексте.

### 4 Новосибирск

// 55°01'00" С. Ш. 82°55'00" В. Д.

Миниатюрный лазер, способный генерировать излучение непосредственно внутри живых клеток и тканей организма, создали учёные из Института автоматики и электрометрии и Института неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН. В работе также приняли участие американские специалисты. Прибор помогает диагностировать и уничтожать раковые клетки.

### 5 Томск

// 56°29'19" С. Ш. 84°57'08" В. Д.

В Томском политехническом университете сделали робота, который способен оценивать радиационное и химическое заражение территории. Он берёт необходимые пробы, отмечает опасности на интерактивной карте, ведёт видеосъёмку и передаёт данные в онлайн-режиме.

### 6 Екатеринбург

// 56°50'00" С. Ш. 60°35'00" В. Д.

Учёные УрО РАН совместно с коллегами из Австралии, Канады, Норвегии и США предложили новое объяснение вымиранию мамонтов. К концу той эпохи в костях животных резко возрастает количество изотопа азота, что говорит об общем увлажнении почвы, вызванном таянием ледников и/или вечной мерзлоты. Мамонты просто лишились привычной им растительной пищи.

### 7 Пермь

// 58°00'50" С. Ш. 56°14'56" В. Д.

Нейросеть будет диагностировать и прогнозировать развитие сердечно-сосудистых болезней. Интеллектуальная система, созданная в ПермГУ, анализирует 69 показателей: перенесённые заболевания, наследственность, пульс, артериальное давление и другие.

### 8 Саратов

// 51°32'00" С. Ш. 46°00'00" В. Д.

Палеонтологи Саратовского государственного университета совместно с коллегами из РАН рассказали о первой в истории находке останков древней зубастой птицы — ихтиорниса — на европейской территории. Жили ихтиорнисы около 100 млн лет назад и ранее считались обитателями Североамериканского континента. Однако обнаружение фрагментов костей в Саратовской области доказывает как минимум неполноту этой гипотезы.

### 9 Великий Новгород

// 58°31'30" С. Ш. 31°16'30" В. Д.

Уникальное кладбище X–XI веков обнаружила экспедиция Института археологии РАН при раскопках в центре Новгорода. Захоронения сделаны по скандинавским обычаям, в погребениях найдено множество хорошо сохранившихся артефактов, преимущественно женских украшений.

### 10 Калининград

// 4°43'00" С. Ш. 20°30'00" В. Д.

Физики Балтийского федерального университета им. И. Канта с коллегами из МГУ им. М. В. Ломоносова создали с помощью 3D-печати полимерную рентгеновскую линзу, которая позволяет увидеть объект наноразмера целиком, как в оптическом микроскопе. Фактически это новый класс линз, которые станут основой для компактных микроскопов — в рентгеновском диапазоне.



**ТЫСЯЧ КИЛОМЕТРОВ** — такова орбита аппарата, на котором установлен телескоп.

## «Радиоастрон» продолжит работу

// РОСКОСМОС ПРОДЛИЛ МИССИЮ ДО КОНЦА 2019 ГОДА

Космический радиотелескоп «Радиоастрон» начали разрабатывать ещё при Брежневле, но запустили сравнительно не-

давно, в 2011 году. Он обладает самой большой в мире лепестковой антенной — 10 метров в диаметре.

Космический аппарат работает в связке с наземными радиотелескопами в разных точках планеты. Вместе они обеспечива-

ют самое высокое угловое разрешение за всю историю астрономии. Это открывает невероятные возможности для наблюдения за Вселенной, исследования самых разных объектов, от нейтронных звёзд до сверхмассивных чёрных дыр.

Изначально планировалось, что аппарат пробудет на орбите пять лет, но программу продлили до 2017, а теперь и до 2019 года. «Радиоастрон» — проект международный, однако ведущую роль в нём играют российские учёные.



## МС-21 поднялся в небо

// ПЕРВЫЙ ПОЛЁТ НОВОГО РОССИЙСКОГО ЛАЙНЕРА

В Иркутске был торжественно представлен первый ближне-среднемагистральный лайнер, созданный в современной России. МС-21 должен прийти на смену устаревшим ТУ-154 и потеснить на мировом рынке Boeing и Airbus. Самолёт сделал несколько пробных вы-

летов, и, по заявлениям инженеров-конструкторов, все системы работают нормально.

У лайнера отличные аэродинамические качества, в том числе за счёт активного использования композитов. Несмотря на широкий фюзеляж и большую вместимость (до 212 че-

ловек), самолёт очень лёгкий. Пассажирам в нём будет удобно: кресла и проходы широкие, багажные полки большие.

Проект имеет все шансы и на коммерческий успех: от российских и зарубежных авиакомпаний поступило уже около 200 заявок на покупку нового лайнера. Первые МС-21 отправятся в регулярные рейсы в конце следующего года.



51%

**РОССИЙСКИХ  
СТАРШЕ-  
КЛАССНИКОВ**  
зарабатывает  
деньги самосто-  
ятельно.

практически не связаны между собой. То есть школьник из России может отлично разбираться в финансах и иметь не слишком высокий результат по математике или не особенно хорошо работать с текстами. И наоборот.

### Как считают деньги дети разных стран

Страна	Средний балл
Китай	566
Бельгия	541
Канада	533
Россия	512
Нидерланды	509
Австралия	504
США	487
Польша	485
Италия	483
Испания	469

# Дети и деньги

// ФИНАНСОВАЯ ГРАМОТНОСТЬ РОССИЙСКИХ ПОДРОСТКОВ ПРЕВЫСИЛА СРЕДНЕМИРОВОЙ УРОВЕНЬ

Эксперты оценивали умение 15-летних школьников со всего мира ориентироваться в финансовых вопросах и решать практические задачи. Это часть большого международного исследования PISA, о котором «КП» уже рассказывал. Его авторы отмечают, что старшеклассники из России значительно повысили свои результаты в 2015 году в сравнении с 2012-м. Участвовали школьники из 15 стран, и, как выяснилось, лучше россиян с деньгами умеют обращаться только китайцы, бельгийцы и канадцы. Каждый десятый участник из России показал максимальный уровень финансовой грамотности. Это означает, что школьник, например, без труда распознает фальшивое письмо из банка и стоящую за ним махинацию, а также сумеет правильно на него отреагировать, — в этом заключалось одно из заданий теста. Минимальный уровень предполагал знание основных финансовых терминов и понимание того, зачем нужен, скажем, банковский счёт.

Лучше всего российские школьники справились с заданиями по теме «Риски и вознаграждения»: требовалось просчитать потенциальные прибыль и убытки и принять финансовое решение. Юноши и девушки показали примерно равные средние баллы, а вот уровень материального благополучия семьи оказался значимым фактором: высокий достаток в среднем гарантировал лучший результат. Но есть и более простой способ повлиять на финансовую грамотность ребёнка — обсуждать с ним вопросы, связанные с деньгами. Исследование показало, что результаты школьников, «обсуждающих финансовые вопросы с родителями раз в месяц или чаще», значительно выше. Кроме финансовой грамотности в исследовании PISA оценивается грамотность математическая и читательская. По этим показателям российские школьники тоже заметно продвинулись за последние годы. Специфика ситуации в том, что у наших ребят успехи в этих сферах

### Задание, близкое к тому, что предлагалось на тестировании

В вымышленной стране Зедландии, где зед является денежной единицей, живёт некая Алла Петровна. Она получила кредит в 8000 зедов от финансовой компании «Первый кредит». Годовая процентная ставка по кредиту составляет 15%. Ежемесячные выплаты — 150 зедов. Спустя год долг Аллы Петровны всё ещё составляет 7400 зедов. Другая финансовая компания, «Лучший кредит», предлагает Алле Петровне кредит в 10000 зедов с годовой процентной ставкой 13%. Ежемесячные выплаты по возврату кредита также будут составлять 150 зедов. Стоит ли Алле Петровне перекредитоваться? Какие финансовые выгоды она получит, если возьмёт деньги от компании «Лучший кредит»? С каким возможным негативным финансовым последствием она столкнётся, если согласится взять кредит от компании «Лучший кредит»?

28%

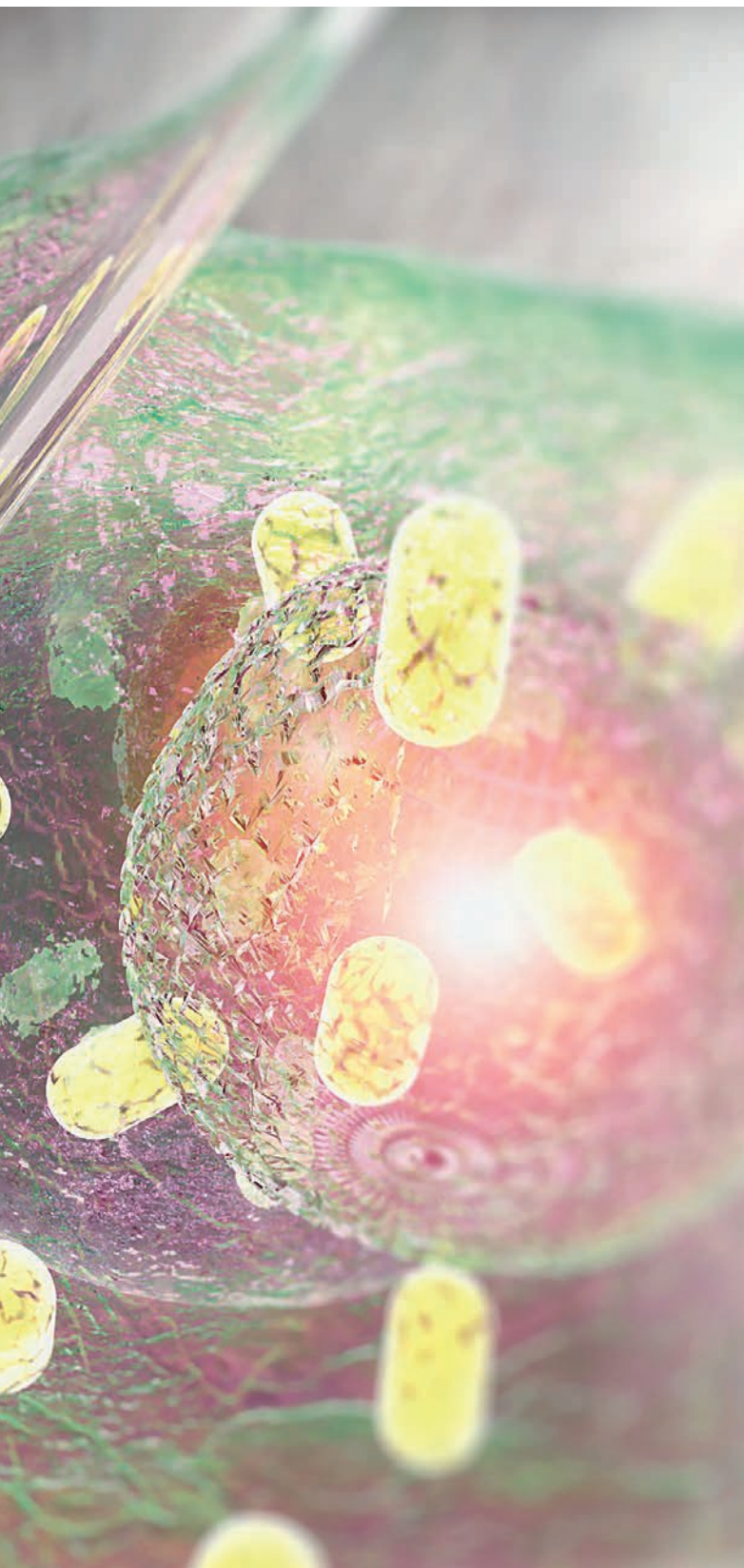
**РОССИЙСКИХ  
СТАРШЕКЛАССНИКОВ**  
имеют счёт в банке.

# Биомедицинская



ИЛЛЮСТРАЦИЯ: SHUTTERSTOCK

# ЭТИКА. Что можно, чего нельзя, а о чём ещё не договорились



Как устроена **мораль учёных**, экспериментирующих с жизнью

■ АЛЁНА ЛЕСНЯК, СВЕТЛАНА СКАРЛОШ

е за горами время, когда можно будет отредактировать геном будущего ребёнка: наделить потомка высоким интеллектом, крепким здоровьем и безупречной внешностью. Однако итог таких превращений может быть не самым приятным. Скорее всего, человечество разделится на два лагеря: те, кому будет доступна эта технология, создадут общество идеальных людей, практически полубогов, а все прочие останутся дефектными смертными. Впрочем, человеку не придётся утруждаться и для того, чтобы выносить генетически совершенное дитя, ведь с этим отлично справится искусственная матка, созданная недавно в США. Что тогда?.. Быстрые темпы развития биологии и медицины уже больше века наряду с восхищением вызывают у нас страх: сначала боялись пересадки органов, потом зачатых в пробирке детей, клонирования. Научный прогресс, особенно в области биотехнологий, всегда был на шаг впереди нравственного развития общества. Для того чтобы уравновесить два этих процесса, использовать возможности на благо, а не во вред, учёные установили для себя новые правила поведения — **биомедицинскую этику**. «Кот Шрёдингера» решил разобраться, как устроена мораль тех, кто экспериментирует с жизнью животных, здоровьем человека и его будущим.

**Биомедицинская этика** — профессиональная этика биологов и учёных-медиков. Грубо говоря, это о том, как заниматься исследованиями и не перейти грань, за которой польза от научной работы может обратиться во вред. Впервые термин использовал американский врач Ван Ренсселер Поттер в книге «Биоэтика: мост в будущее» (1971).

## Мышь Павлова

// ЧЕЛОВЕК И ЖИВОТНЫЕ

Радикальные экологи требуют, чтобы наука отказалась от экспериментов на животных, заменив их компьютерными моделями. «Попасть в виварий в наши дни становится так же трудно, как на военно-воздушную базу США. С тех пор как несколько лет назад защитники прав животных стали взрывать виварии и «освобождать» экспериментальных животных, в большинстве лабораторий ужесточили меры безопасности в интересах как животных, так и обслуживающего персонала», — пишет британский учёный Стивен Розуэ в книге «Механизмы памяти».

Но здесь этика рьяных зоозащитников вступает в противоречие с обычной человеческой этикой. Увы, совсем обойтись без опытов над животными современная наука не может. Без этого не получится создавать новые лекарства, разрабатывать новые медицинские техноло-



## Концепция «трёх R»

**Reduction** — уменьшение количества животных, участвующих в эксперименте.

**Refinement** — совершенствование методов операций, забора крови, эвтаназии и других манипуляций с животными. Обязательное применение анестезии во время болезненных процедур с целью исключить страдания животных.

**Replacement** — замена высокоорганизованных животных более простыми модельными организмами, например беспозвоночными вроде морских ежей, кальмаров; простейшими; тканями и культурами клеток. Сегодня этот список дополняют компьютерные симуляторы различных органов и организмов.



гии. И лучше смириться с гибелью тысячи крыс, чем позволить умереть сотням тысяч людей от болезней, которые без вмешательства науки остались бы неизлечимыми.

Эксперименты на животных проводились ещё в Античности, хотя не исключено, что и первобытные люди извлекали какую-то интеллектуальную пользу, ковыряясь во внутренностях добычи. Однако вплоть до эпохи Просвещения общественность не испытывала сострадания к подопытным зверькам. Только с расцветом гуманизма европейцы начали время от времени дискутировать на эту тему. Настоящий перелом наступил в начале прошлого века, когда в Европе, США и Российской империи стали появляться первые зоозащитные движения.

Первому отечественному лауреату Нобелевской премии Ивану Павлову приходилось оправдываться: «Когда я режу, разрушаю живое животное, я глушу в себе едкий урэк, что грубой, невежественной рукой ломаю невыразимо художественный механизм. Но переносу это для пользы людям. А меня, мою вивисекционную деятельность предлагают поставить под чей-то контроль. Вместе с тем истребление и, конечно, мучение животных только ради удовольствия и удовлетворения множества пустых прихотей остаются без должного внимания».

Должное внимание к сомнительным исследованиям, взвешенные и разумные предложения по соблюдению этики в опытах с участием животных появились только во второй половине XX века благодаря зоологу и психологу Уильяму Расселу и микробиологу Рексу Бёрчу. В совместной книге «Принципы гуманного обращения с животными» учёные обозначили три главных моральных принципа, на которых сегодня основываются все международные нормы, регулирующие работу с лабораторными животными, — концепцию «трёх R».

С этого момента в Европе и США при всех биологических лабораториях открываются биоэтические комитеты, действующие по этим правилам.

Чуть позже к ним добавляется ещё один важный принцип — анализ вреда и пользы (**Harm-Benefit Analysis**).

Без визы этических комиссий статьи об экспериментах не принимают к публикации.

— Тут важно отметить, что согласно *Harm-Benefit Analysis*, полезными и этичными считаются опыты, которые не только одобрены этическими комиссиями, но и попали в научный журнал. То есть чем больше они будут процитированы, чем больше исследователей узнает о новом методе, тем больше пользы человечеству принесёт такая научная работа и страдания животных будут оправданы. Если же в комиссию подаётся заявка на эксперимент, цель которого несерьёзна, комиссия может отказать. Могут отклонить и внутреннее исследование, результат которого не планируется публиковать. Но эта практика распространена в основном за рубежом, особенно в странах, где защита прав животных закреплена законодательно, — рассказывает Екатерина Кушнер, физиолог, кандидат биологических наук, секретарь биоэтической комиссии при МГУ, сотрудник виварно-экспериментального комплекса «НИИ Митоинженерии МГУ».

В России нет законов, регулирующих правила проведения опытов над животными. На рубеже 1970–1980-х Минздрав и Минвуз такие приказы издавали, но с развалом Советского Союза о них забыли.

Отечественная биоэтика начала возрождаться в нулевые с появлением биоэтических комитетов при университетах, исследовательских институтах и лабораториях. Дабы открыть нашим исследователям путь в мировую науку, комиссии стали ориентироваться на руководства и директивы о защите позвоночных животных, разработанные в Европе и США, которые, надо сказать, предъявляют весьма вы-

**Harm-Benefit Analysis** — принцип оценки ещё не начавшегося исследования на предмет резонности использования животных. Если результат, к которому стремится экспериментатор, достигим, актуален и обещает существенную пользу для клинической практики или фундаментальной науки, работу одобряют. В противном случае исследование заворачивают. Этические комиссии не пропускают и опыты, в которых страдания животных не сопоставимы с целью эксперимента (например, если для создания нового лекарства от насморка предлагается загубить несколько шимпанзе).

сокие требования к экспериментатору и его моральному облику.

— Чтобы исследование было одобрено биоэтической комиссией, перед его проведением научная группа должна подать заявку, чётко прописав в ней все детали эксперимента: почему выбран этот модельный организм; почему планируется применить именно этот метод забора крови; как будет умерщвлено животное в конце опыта и так далее, — поясняет Кушнир. — Например, в американской инструкции методы эвтаназии животных разделены на три группы: допустимые, условно-допустимые и не допустимые ни при каких обстоятельствах. Если учёные указывают в заявке, что будут применять условно-допустимый способ, они обязаны подробно и убедительно это обосновать. И только если они докажут, что любой другой метод погубит результаты эксперимента, комиссия согласует этот пункт.

Когда эксперимент запущен, члены комитета могут наведаться к исследователям с проверкой — убедиться, что испытуемые животные не страдают.

Чтобы оценить степень страдания, учёные разработали огромное количество шкал — практически для каждого отдельного вида животного. Есть, например, шкала определения степени боли у крыс по походке. Если грызун чуть подпрыгивает при передвижении или вытягивает задние лапы, это может свидетельствовать об острой боли в области живота. Широко распространена **шкала изменения выражения мышины морды** (Mouse Grimace Scale): если у грызуна сужены глаза, уши отведены назад, усы торчат, а щёки надуты, это явный признак плохого самочувствия.

Но на этом требования биоэтического комитета не заканчиваются. Помимо заявки на эксперимент учёные должны подать документ со сведениями об условиях содержания животных в вивариях. В идеале звери, обитающие там, не должны испытывать стресс от перенаселения или грязи, должны быть сытыми и абсолютно здоровыми, то есть проверены на наличие патогенов. Это особенно важно для грызунов, которые эволюционно приспособились скрывать свои заболевания, чтобы не попадать в когти к хищнику, высматривающему лёг-

## Упрощённая шкала изменения выражения мышины морды

КАК ОПРЕДЕЛИТЬ СТЕПЕНЬ СТРАДАНИЯ ЖИВОТНОГО ВО ВРЕМЯ ЭКСПЕРИМЕНТА



кую добычу. Без такого медобследования испытуемых ни один уважающий себя исследователь к эксперименту не приступит. Инфекции сильно влияют на биохимические процессы в организме, и если хотя бы одно животное в группе окажется заражённым, исследование потеряет научную ценность.

— Некоторые российские учёные до сих пор не особо интересуются, что происходит с животными в виварии.

Просто получают их на руки как биоматериал, неважно откуда — потоп ли там, засуха, больные зверьки... Сейчас в стране есть только два питомника, которые соблюдают требования к здоровью животных, предписанные зарубежными стандартами, и могут предоставить об этом справку: в Новосибирске и в Пушчине. Но животные оттуда стоят недёшево. В этих условиях исследователи должны соблюдать ещё один принцип, расширяющий концепцию «трёх R», — responsibility, ответственность за своих подопытных. То есть если у учёного нет средств купить животных в хорошем питомнике, он может взять зверей где-то ещё, но обязан потратить силы и время на создание для них нужных условий и качественное обследование их здоровья, иначе результаты его экспериментов могут быть искажены, — объясняет Екатерина.

На этом месте возникает для кого-то циничный, для кого-то простой и логичный вопрос: не препятствует ли такая строгость этических комитетов творческой свободе учёных, не погибают ли великие открытия в душевных объ-



ятиях благих намерений? Например, смог бы Павлов сегодня повторить свои знаменитые эксперименты на собаках? Так, как он проводил их в своё время, конечно же, нет. Скорее всего, комиссия по биоэтике рекомендовала бы Павлову доработать исследование. В соответствии с правилом «трёх R» учёному предложили бы взять не собак, а более простых животных, например мышей. Современные технологии позволяют делать сложнейшие операции даже на таких мелких зверьках, поэтому грызуны сегодня так востребованы в науке.

Помимо этого Павлова попросили бы поддерживать стерильную чистоту в лабораторном помещении; вероятно, посоветовали бы сделать испытуемым местную или общую анестезию перед установкой фистул для сбора желудочного сока; обеспечить качественный послеоперационный уход с обезболиванием, введением антибиотиков на случай осложнений. Не исключено, что фистулы вообще предложили бы заменить на специальные микроскопические капсулы, которые вводятся без оперативного вмешательства через пищевод и позволяют оценить состояние желудочно-кишечного тракта и состав желудочного сока. Впрочем, при такой постановке эксперимента учёный вряд ли бы открыл условные рефлексы. А самым известным собирательным образом науки стала бы не собака, а мышь Павлова.

## «Мы живём в скучное время»

// ЧЕЛОВЕК И ЧЕЛОВЕК

К сожалению, строгие биоэтические принципы в отношении экспериментов с участием людей появились уже после того, как случилась катастрофа, уничтожившая и изувечившая тысячи человек. Речь идёт о чудовищных опытах врачей нацистской Германии.

По окончании судебного процесса над медиками Третьего рейха, в 1947 году, был разработан Нюрнбергский кодекс — международный документ по биоэтике, принципы которого легли в основу законов большинства западных стран.

Первый пункт серьёзно перекроил до сих пор незывлемую этику Гиппократов. Конечно, главное её правило «не навреди» осталось в силе. А вот отрицание прав пациентов, которое отчасти присутствует в известной клятве отца медицины, составители документа сочли опасным. С этих пор врачи-исследователи обязаны получать от каждого **согласие** на участие в эксперименте.

Помимо этого в кодексе чётко обозначено, что все испытания, которые планируется провести на людях — исследования новых препаратов, методов операций, медицинской техники или инструментов, — изначально должны проверяться на животных (так появилось деление на доклинические и клинические испытания — на животных и людях соответственно). Во всех экспериментах исследователи должны минимизировать страдания пациентов и полностью исключить риск смерти или получения увечий.

В послевоенные годы этот документ был священной скрижалей экспериментальной медицины, гарантом безопасности для пациентов. Однако со временем общественные деятели начали отмечать его этическое несовершенство. В частности, смущало, что мера страдания испытуемого определялась только крайним порогом — смертью или увечьями, да и допустимый уро-

вень рискованности опыта измерялся слишком эфемерно: «Степень риска, связанного с проведением эксперимента, никогда не должна превышать гуманитарной важности проблемы, на решение которой направлен эксперимент».

В 1964 году Всемирная медицинская ассоциация предложила усовершенствованный международный документ по биоэтике — Хельсинкскую декларацию. В ней, в отличие от предыдущего свода правил, не было попытки взвесить вред и пользу; она требовала, чтобы все опыты учёных приносили испытуемым и обществу только благо. Так, например, документ запрещал применять плацебо в фармакологических исследованиях с участием больных, ведь использование лекарств-пустышек откладывает настоящее лечение и, по сути, является обманом пациентов. Декларацию обновляли девять раз, но этот принцип оставался неизменным.

Пожалуй, самая значимая поправка была спровоцирована скандалом известным «Исследованием Таскиги». С 1932 по 1972 год группа американских врачей изучала сифилис на жителях городка Таскиги (штат Алабама, США) — бедных неграмотных афроамериканцах. Часть испытуемых никогда не бывала у квалифицированных врачей и не знала о своём заболевании. Исследователи тоже не сообщили им об этом. И не пытались оказать медицинскую помощь — даже тогда, когда появилась эффективная терапия сифилиса. У врачей была другая цель — отследить все стадии развития инфекции: от заражения до смерти. Эксперимент проходил под контролем Службы общественного здраво-

**Информированное согласие** — документ, который перед проведением эксперимента подписывает пациент. В этой официальной бумаге доступным языком пошагово описываются этапы исследования и абсолютно все известные эффекты, оказываемые процедурой или исследуемым препаратом, в том числе побочные, как тяжёлые, так и лёгкие. За пациентом закреплено право выйти из эксперимента на любом этапе, не объясняя причину. Кандидат в испытуемые подписывает документ только после того, как осознал все нюансы исследования и получил от врача подробные ответы на свои вопросы.

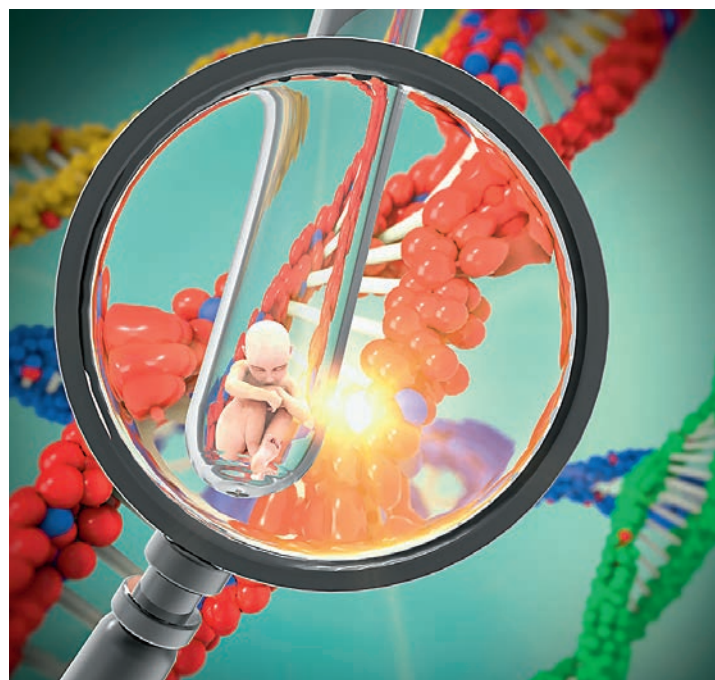


ИЛЛЮСТРАЦИЯ: SHUTTERSTOCK

охранения США, подробности не разглашались. Узнали обо всём только благодаря журналистскому расследованию, опубликованному в *Washington Star*.

После скандала, разразившегося в 1975 году, в декларации появились новые требования: все нюансы эксперимента должны быть прописаны в исследовательских протоколах; перед проведением опыта учёные обязаны согласовать протоколы с независимыми биоэтическими комитетами; результаты исследования будут опубликованы в авторитетном научном журнале, только если оно не нарушает существующие правила.

Хельсинкскую декларацию подписали далеко не все страны. Помимо ряда азиатских, африканских и ближневосточных государств в стороне остались США, Россия, Великобритания и Германия.

В США в конце 1970-х были приняты национальные Правила надлежащей клинической практики (*Good Clinical Practice*). Считается, что этот документ составлен на основе Хельсинкской декларации, но на деле между ними пропасть. Например, GCP позволяет с согласия родственников проводить исследования на недееспособных людях (инвалидах, детях и др.), Декларация разрешает подобные эксперименты лишь в исключительных случаях, «если они служат специфическим интересам этих групп (недееспособных граждан) и не могут быть проведены с участием менее уязвимых субъектов».

Наша страна в своё время не поддержала ни Нюрнбергский кодекс, ни Хельсинкскую декларацию. Только на рубеже нынешнего и прошлого веков в России занялись разработкой собственного стандарта по надзору за клиническими испытаниями. В 2005 году вышел ГОСТ «Надлежащая клиническая практика», оказавшийся калькой с американского GCP. Позже в соответствии с ним были изданы федеральные законы «О лекарственных средствах» и «Об основах охраны здоровья граждан». Эти документы позволяют проводить на территории России множество экспериментов, идущих вразрез с Хельсинк-

ской декларацией. Правда, и результаты их будут воспринимать всерьёз только у нас в стране.

Но на практике не всё так грустно. Независимые биоэтические комитеты, которые с конца 1990-х работают при всех медицинских исследовательских учреждениях, ориентируются прежде всего на европейский документ, а не на национальный ГОСТ или GCP.

Согласно GCP и его русифицированному аналогу, первая фаза клинических испытаний препарата (когда оценивается переносимость действующего вещества) всегда проводится на здоровых добровольцах, даже если речь идёт о высокотоксичных веществах, таких как препараты для химиотерапии онкологических заболеваний или СПИДа. Российские биоэтические комитеты, как правило, не позволяют исследователям идти на такой риск и рекомендуют, в соответствии с европейскими нормами, заменять здоровых испытуемых пациентами на первых стадиях соответствующих заболеваний. И это не единственная ситуация, в которой отечественные исследователи проявляют повышенную осторожность.

— Современные медики живут в скучное время. Мы не можем творчески подходить к своей работе, как это делали учёные в начале XX века. Сейчас всё строго регламентируется законами, протоколами и стандартами. С одной стороны, это навеивает некоторую тоску, с другой — лучше работать в условиях, где врача со всех сторон подстраховывают нормы, так спокойнее всем: и врачам, и пациентам, — рассуждает Тимур Бритвин, руководитель одной из хирургических клиник Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М. Ф. Владимирского, председатель независимого этического комитета при МОНКИ. — Возможно, по этой причине сейчас не проводятся медицинские исследования, которые могли бы совершить прорыв, например, в лечении шизофрении, СПИДа или рака. У нас в институте был подобный случай — проще, конечно, но всё-таки. В биоэтический комитет пришла заявка на ис-



Документальные кадры из городка Таскиги, сделанные во время скандального эксперимента по изучению сифилиса. Темнокожая женщина на обеих фотографиях — медсестра Юнис Риверс. Руководитель исследования взял в команду негритянку специально — чтобы подопытные афроамериканцы больше доверяли белым докторам.





следование новой медицинской технологии по исправлению воронкообразной деформации грудной клетки. Это врождённая патология, когда у человека грудь словно вдавлена внутрь. Часто приводит к компрессионному воздействию на сердце, что довольно мучительно. Так вот, один исследователь предложил способ исправления грудины при помощи специальной дугообразной пластины из медицинского металлического сплава. Он делал эти пластины индивидуально для каждого пациента, придумал качественный способ их встраивания, но в связи с отсутствием разрешения на методику пациенты сами оплачивали расходные материалы, врач работал частным образом. С точки зрения медицинской этики выглядит сомнительно, правда? Но все пациенты здоровы, качество их жизни улучшилось, они благодарили врача. С точки зрения простой человеческой морали он был бы не прав, если бы не помог этим людям. Однако когда он попытался провести исследование, доказывающее эффективность своего метода, и представить его результаты в виде диссертации, мы поступили в соответствии с нормами биоэтики: отклонили запрос.

## Новый дизайн мира

### // ЧЕЛОВЕК И ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО

Наука охвачена этическим регулированием очень неравномерно: если в отношениях учёного и лабораторной мыши прописан каждый шаг, то в вопросе использования, например, человеческих эмбриональных клеток всё очень зыбко. Во-первых, эмбрион не может дать информированное согласие, во-вторых, что именно мы считаем эмбрионом? Оплодотворённую яйцеклетку? Зародыш, у которого уже бьётся сердце?

А если эмбриональные клетки получены с помощью перепрограммирования взрослой клетки, чьи права

это нарушает? А главное, к чему ведут такие эксперименты?

Прогресс в биотехнологиях открывает перед человечеством почти безграничные перспективы, но может привести к необратимым общественным изменениям. Представьте, что все внутренние органы можно будет заменить новыми, выращенными в организме свиньи, а ткани и кожу — получить в пробирке и пересаживать при необходимости. Смерть отодвинется.

Кто-то, вероятно, решит рожать «по старинке», но ребёнок с отредактированным геномом, созревший в искусственной матке, как плод в оранжерее, станет обычным делом. Будут ли равны «натуральные» и «дизайнерские» дети? Что, если появятся генетические касты? Как изменится, в том числе лично, человек, который уже на 80% состоит из органов, выращенных в доноре-свинье? Мы не знаем ответы на эти вопросы, поэтому чаще всего этические комиссии накладывают серьёзные ограничения на исследования, связанные с использованием человеческих эмбрионов, клеток, тканей.

В разных государствах этот вопрос решается по-разному. В большинстве стран Европы, в Канаде и Австралии модификация эмбриона запрещена. В Великобритании с прошлого года разрешена. В США запрещено финансировать подобные программы на федеральном уровне — только на частные средства.

Зато в Китае генетические исследования оплачиваются из государственного бюджета. И в 2015 году там провели первый в мире эксперимент по редактированию человеческого генома с помощью инструмента [CRISPR/Cas9](#). Правда, китайским учёным не удалось опубликовать свою работу ни в *Nature*, ни в *Science* — из-за этического запрета опытов над человеческими эмбрионами. Статья была напечатана в менее известном жур-

**CRISPR/Cas9** — технология редактирования генома, основанная на принципах иммунной системы бактерий (они способны находить и ликвидировать вирусную ДНК). CRISPR/Cas9 включает в себя направляющую молекулу РНК, которая находит нужный кусочек хромосомы, и фермент Cas9, разрезающий ДНК. Если в этот момент добавить нормальную копию гена, он встроится в нужное место. Напоминает редактирование текста, когда часть предложения удаляется и на её место вставляют другие слова.

можно обеспечить рождение у больных СПИДом здорового потомства. И это не завтрашний день, а практически сегодняшний. Теоретически можно говорить о перспективе создания людей с направленно изменённой генетической программой — в частности, менее уязвимых для целого ряда недугов. А что помешает в таком случае пойти немного дальше и перепрограммировать человека, добавив ему те или иные качества? Например, вырастить племя с пониженной потребностью в воде — отличная характеристика для жизни в пустыне.

нале Protein&Cell, что, разумеется, не помешало всему миру узнать о прорыве в генной инженерии.

— Устоявшиеся этические нормы вступают в конфликт с новой реальностью, — говорит Марина Хабарова, кандидат биологических наук, научный сотрудник Института биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН. — Эти проблемы придётся решать с помощью референдумов, опросов, специальных рабочих групп. Изменения морали и этических норм — очень сложный вопрос. Человек здесь всегда немного опаздывает. Но надо понимать: страны, которые будут владеть передовыми технологиями, сформулируют и новые законы. Пока мы ещё не редактируем геном с целью отбора, но видим, какие открываются возможности, чтобы избавить человека от тех или иных заболеваний. Например, ВИЧ — выключая определённые гены,

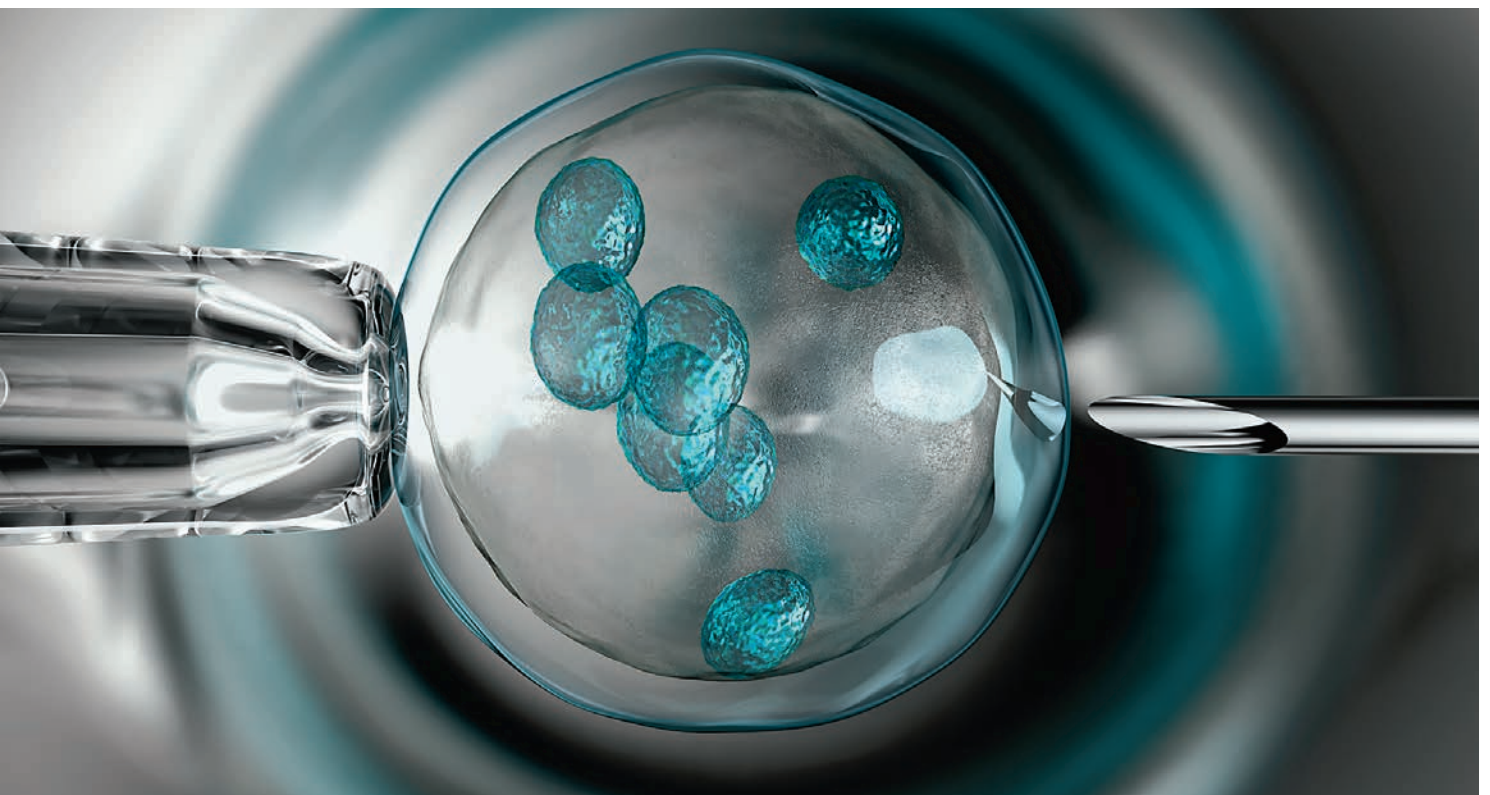
Не так давно экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО) вызывало у общественности массу вопросов — сегодня это обычная процедура. Количество «детей из пробирки» уже невозможно подсчитать: их миллионы. Эта технология доступна каждому, в России ЭКО можно сделать за государственный счёт просто потому, что «хочется детей, а никак не получается».

Следующий шаг — ребёнок от трёх родителей. Фантастика? Нет. В 2016 году родился мальчик с биологическим материалом от двух женщин и одного мужчины. У мамы малыша обнаружилось редкое заболевание, которое поражает нервную систему и передаётся генетически как часть митохондриальной ДНК. Репродуктологи перенесли ядро из яйцеклетки матери в яйцеклетку женщины-донора, оплодотворили в пробирке и внедрили в организм матери, как при обычном ЭКО.

Метод сработал — родился здоровый младенец, однако такое трёхстороннее оплодотворение в большинстве стран запрещено, поэтому процедуру проводили в Мексике.

Что касается Европы, тут снова отличилась Великобритания: правительство приняло поправку к закону об ЭКО, и первый британский ребёнок от трёх родителей ожидается уже в 2017 году. Пройдёт несколько лет, и эта технология не будет вызывать ни протеста, ни изумления.

Вот что говорится в сообщении, которое подготовили по этому поводу американские учёные: «Технологии редактирования генома эмбрионов и половых клеток (удаление, добавление, перемещение фрагментов ДНК) пока рано испытывать на людях. Чтобы просчитать все риски, потребуется много дополнительных исследований. Однако технология развивается очень быстро, так что редактирование генома эмбрионов, яйцеклеток,





сперматозоидов или стволовых клеток в обозримом будущем — вполне реальная перспектива, которую нужно серьёзно обсуждать».

— Редактирование яйцеклетки — важное направление, путь к избавлению от многих генетических заболеваний, — говорит Марина Хабарова. — Например, оба родителя страдают от аллергии, и велика вероятность, что ребёнок у них тоже будет аллергиком. Тогда именно репрограммирование половых клеток родителей позволит им не передать это заболевание своему ребёнку. Но надо понимать, что сильное изменение генома повышает вероятность не только появления нового, но и потери чего-то старого. Чего? Мы не знаем. С момента развития ЭКО ведутся наблюдения за детьми, появившимися на свет в результате применения этой процедуры. Пока данных недостаточно, чтобы делать выводы о положительном или отрицательном влиянии ЭКО на геном. Однако скоро данных накопится столько, что можно будет объективно об этом судить, и тогда технология искусственного оплодотворения начнёт меняться.

Одно время ажиотаж вызывала тема клонирования человека — во многих странах за такого рода эксперименты предусмотрено уголовное наказание. Но, похоже, клеточные технологии потеснили идею клонирования: новые органы можно получить другим путём. Например, вырастить их в свинье. Просто пересадить органы и ткани животного человеку невозможно — организм их отторгает. Но если внутри свиного эмбриона вырастить один или два нужных органа из человеческих стволовых клеток... Опять, думаете, фантастика? Нет же.

В зародыше свиньи выключают ген, ответственный за развитие, скажем, почек, и подсаживают индуцированные **плюрипотентные** стволовые клетки человека. Иммунная система эмбриона ещё не развита, поэтому человеческие клетки должны прижиться и развиваться в запрограммированную ткань или орган. В результате вырастет самая обычная свинья — с человеческими почками. И не просто человеческими, а подходящими тому, чьи клетки в самом начале ввели эмбриону хрюшки.

Возникает вопрос: откуда мы берём стволовые клетки? И что значит «индуцированные»? А то, что обычную клетку взрослого человека, например клетку кожи, можно перепрограммировать в плюрипотентную. Японский учёный Синъя Яманака и британец Джон Гёрдон в 2012 году получили за такие превращения Нобелевскую премию. Правда, они экспериментировали на мышах. Но несколько лет спустя Яманака привёл убедительные экспериментальные данные о наличии плюрипотентного потенциала у ряда человеческих клеток.

— На современном этапе отрабатываются технологии культивирования и трансплантации внутренних органов. Серьёзно рассматривается возможность смешанных технологий выращивания нужных тканей и органов. В живом организме провести процесс формирования органа намного проще, чем делать это «от и до» в пробирке, — комментирует Марина Хабарова. — Можно вырастить ткань, но тут же встаёт проблема форми-

**Плюрипотентными** называют клетки, которые ещё не выбрали «специализацию» и могут стать клетками любого органа.

рования из ткани органа: становления иннервации, прорастания сосудов, крово- и лимфоснабжения. На этом пути немало сложностей. Есть и проблемы с использованием животных-доноров: риски взаимодействия развивающегося органа человека с организмом животного до конца не известны и требуют отдельного изучения. Мы пока не знаем, как выращенные, скажем, в свиные почки будут вести себя после пересадки в человеческий организм.

Если попытаться обобщить этические проблемы, связанные с клеточными технологиями, можно выделить две главные.

Первая: мы не можем представить все последствия, к которым приведёт применение этих технологий. И в случае неудачи человека нельзя будет, как мышку, гуманно усыпить в соответствии с регламентом.

Вторая: в случае удачи и распространения новых технологий мы рискуем получить другое общество, основанное на генетической сортировке. Это не преувеличение — даже прогресс в анализе генетических данных приводит к подобным проблемам: появляются понятия «генетический паспорт», «генетический профиль». А с учётом развития «облачной» медицины и формирования общей базы данных встаёт вопрос о возможной дискриминации по «генетическому профилю».

Вячеслав Тарантул, доктор биологических наук, заместитель директора Института молекулярной генетики РАН, в книге «Геном человека: энциклопедия, написанная четырьмя буквами» приводит такой пример. В 1970-х годах правительство США реализовало масштабную программу по выявлению носителей мутантного глобинового гена, ответственного за серповидноклеточную анемию. Мутация, приводящая к этой патологии, распространена в основном в малярийных районах Африки. Само заболевание связано с присутствием в эритроцитах ненормального варианта белка гемоглобина, в результате чего эритроциты крови при-

обретают специфическую серповидную форму, а у больного развивается тяжёлая анемия, иногда приводящая к смерти. Пересчитав «мутантов», правительство так и не решило, что делать с этой информацией, зато медицинские страховые компании выставили носителям мутантного гена новые условия страхования, а некоторые работодатели отказались принимать их на работу. В частности, так поступили авиакомпании, обосновав отказ риском проявления болезни на большой высоте. При этом абсолютно здоровые люди — носители — почувствовали себя бракованным материалом.

С 2008 года в США действует специальный закон — Genetic Information Nondiscrimination Act. Он запрещает использовать генетическую информацию при приёме на работу и расчёте стоимости медицинской страховки.

Одним из законодательных актов, регулирующих работу с человеческими клетками в России, является Федеральный закон от 23 июня 2016 г. № 180-ФЗ «О биомедицинских клеточных продуктах». Он декларирует «недопустимость создания эмбриона человека в целях производства биомедицинских клеточных продуктов; недопустимость использования для разработки, производства и применения биомедицинских клеточных продуктов биологического материала, полученного путём прерывания процесса развития эмбриона или плода человека или нарушения такого процесса».

Попыткой создать наднациональные нормы работы с геномом человека и правах человека», принята Генеральной конференцией ЮНЕСКО в 1997 году. Среди прочего там есть такие слова: «Личность человека не может быть сведена к его генетическим характеристикам. Каждый вправе рассчитывать на уважение его прав и достоинств вне зависимости от этих характеристик».

Это, вероятно, и есть сердцевина всех этических споров о биомедицинских технологиях будущего. Личность человека. 🐾



“ К счастью, на историю моего пребывания в ящике с ядом и ураном нормы биоэтики не распространяются. Это был мысленный эксперимент.







Кубинский изумрудный колибри (*Chlorostilbon ricordii*) — гигант по меркам этого семейства пернатых: целых 10 см в длину! По сравнению с самой маленькой в мире птицей (колибри-пчёлкой) это действительно огромные габариты.

# Дикая жизнь на Острове свободы

📷 илья ГОМЫРАНОВ

Фотодневник  
**кубинской**  
биологической  
экспедиции

Куба — удивительная страна, расположенная на больших и малых островах и атоллах между Северной и Южной Америкой. Густые тропические леса соседствуют здесь с непроходимыми болотами и просторными, открытыми солнцу прибрежными линиями. А ещё тут обитает множество эндемиков — животных и растений, которые нигде больше не встречаются. Наблюдение за ними и было целью поездки.



**Илья Гомыранов** — биолог, фотограф-натуралист, участник выставок «Красота леса», «Ассорти», «Макрофотомир»; лауреат фотоконкурсов «Золотая черепаха», «Искусство науки» и др. В составе научных экспедиций изъездил Россию (от субтропиков Причерноморья до Курильских островов), путешествовал по миру (Эфиопия, Израиль, Вьетнам, Узбекистан, Куба).



○ На Кубе обитает бесчисленное количество видов птиц. Многие пернатые не только не боятся людей, но с любопытством их изучают. Этот молодой **бурый пеликан** (*Pelecanus occidentalis*) не исключение. Он смело запрыгивал в подплывающие лодки, знакомился с экипажем и выпрашивал еду.

○ Это **кубинский тоди** (*Todus multicolor*) — небольшая птичка (11 см от кончика клюва до кончика хвоста), эндемик с фантастически красивым оперением: голубые щёчки, красное горло, насыщенно-зелёные спина, голова и крылья. Наблюдать за его охотой — отдельное удовольствие. Тоди, подобно зелёной пчёлке, виртуозно лавирует меж переплетающихся ветвей деревьев, прицеливается, подлетает к листочку и молниеносно хватается сидящее на нём насекомое.





● Побережье кубинских островов образовано известковыми породами, в которых активно идут карстовые процессы (растворение горных пород морской водой и образование в них пустот). Так что пещер на Кубе предостаточно, и во многих водится интересная живность. Например, нам повезло найти большую, в несколько сотен особей, колонию **ямайских листоносов** (*Artibeus jamaicensis*). Это довольно крупные летучие мыши с забавными наростами вокруг носа, которые позволяют им лучше ориентироваться во время полёта.

На Кубе немало диких животных. Встретив это существо, мы не сразу распознали, кто перед нами. Первое, что пришло на ум: какой-то червь. Но, приглядевшись и заметив чешую, покрывающую всё тело, маленькие глазки и ноздри, мы поняли, что это рептилия — **слепозмейка** (*Typhlops biminiensis*). В принципе, эта маленькая змея живёт почти как дождевые черви: роет туннели в земле, ползает под камнями, на поверхность выбирается редко. А вот питается она мелкими насекомыми, в основном муравьями.



Примерно в 90 км к югу от Гаваны есть интересный атолл, в народе именуемый Островом игуан. Во время экспедиции мы побывали и на нём. **Хозяева этого места — кубинские циклуры (Cyclura nubila), крупные ящерицы семейства игуановых.** Весь песок здесь изрыт их норами, которые могут достигать в длину 7 м. Сами рептилии спокойно греются на солнце, не обращая ни малейшего внимания на людей. Внешне циклуры выглядят устрашающе, однако для людей и других животных они безопасны, так как предпочитают растительную пищу. Не так давно этот вид ящерицы был занесён в Международную Красную книгу как уязвимый.

**Кубинский земляной удав (Tropidophis melanurus).** Эти небольшие змеи (длина тела взрослой особи в среднем не превышает метр) ведут сумеречный образ жизни и питаются позвоночными животными. От большинства других представителей своего подотряда отличаются интересной особенностью — живорождением. За раз самка приносит до 10 змеёнышей.



● Тот чудесный момент, когда самая маленькая птичка на Земле — колибри-пчёлка (*Mellisuga helenae*), шурша или скорее жужжа крыльями, зависает прямо перед твоим лицом. В такие мгновения в душе воцаряется неведомое и неуловимое счастье, а память об этом остаётся на всю жизнь. Этот вид орнитологи также называют кубинской колибри. Вес птички всего 2 г, а длина тела не больше 5 см.

● Прогулка по лесу с древесными папоротниками. В российских лесах мы привыкли видеть небольшие папоротниковые растения, похожие скорее на траву, нежели на деревья. Но на планете ещё есть места, где эти древние организмы достигают нескольких метров в высоту. Когда гуляешь по такому лесу, воображение разыгрывается, и ты ждёшь, что вот-вот из-за резных папоротниковых листьев появится гигантская доисторическая рептилия.





● На огромном болоте Сапата, расположенном на одноимённом полуострове в провинции Матансас, обитает свыше 170 видов птиц, среди которых множество эндемиков. Красный фламинго (*Phoenicopterus ruber*) — один из главных обитателей этого птичьего рая. В 1971 году болото Сапата получило статус «заболоченной территории международного значения».

Кофе — второй по популярности напиток на Кубе после рома. Основной вид, который выращивают на Острове свободы, — арабика (*Coffea arabica*). В поездках мне не единожды попадались кофейные деревья со спелыми зёрнами, однако я никогда не видел, как цветёт кофе. Оказывается, у него нежно-белые, просвечивающие на солнце, точно изящный фарфор, цветки с приятным запахом, который даже отдалённо не напоминает аромат напитка. Скорее, так пахнут цветы жасмина или иланг-иланга.





● **Игуанообразные ящерицы** рода *Anolis* — едва ли не самые распространённые пресмыкающиеся в Западной полушарии. На Кубе встречаются и совсем крошечные виды, и гиганты, достигающие 40 см в длину. Окраска этих рептилий также чрезвычайно разнообразна: от неприметной бурой до ярко-синей и ядовито-зелёной. Самцы анолисов периодически устраивают ритуальные битвы за самку. Они надуют горловые мешки и угрожающе качают головами вверх-вниз. Если ни один из соперников не отступит, дело может дойти до драки.



**Американская пресноводная черепаха** (*Trachemis decussata*) — одна из рептилий, приспособившихся к жизни в пресных или солоноватых водоёмах Кубы. Ближайший родственник этого вида, красноухая черепаха (*Trachemis scripta*), часто встречается и в нашей стране — в домашних аквариумах.



“ Мррр! Мы, коты, не очень любим путешествовать. Нам куда приятнее дома, под тёплой лампой... спать или читать, как учёные исследуют мир. Вот поэтому я попросил своих редакторов устроить конкурс дневников научных экспедиций. Биологи, геологи, антропологи, археологи, лингвисты, социологи и другие милые моему сердцу люди науки, присылайте свои записи и фотографии на ящик: [pole@kot.sh](mailto:pole@kot.sh). Буду ждать ваших писем с июля по сентябрь, потом выберу лучшие заметки и опубликую их в журнале имени себя.







**19<sup>th</sup> World  
Festival of Youth  
and Students**



**Узнай больше о самом  
грандиозном молодёжном  
событии этого года —  
[russia2017.com](http://russia2017.com)**

Learn more about the world  
biggest youth event of the year!

**14–22 октября  
Москва / Сочи**

**#ЯФестиваль  
#ImFest  
#МыБудущее  
#WeAreFuture**





# диктатура будущего

Мечты  
Прогресс  
Футурология  
Проекты  
Прогнозы  
Эволюция  
Утопии  
Ожидания  
Тренды

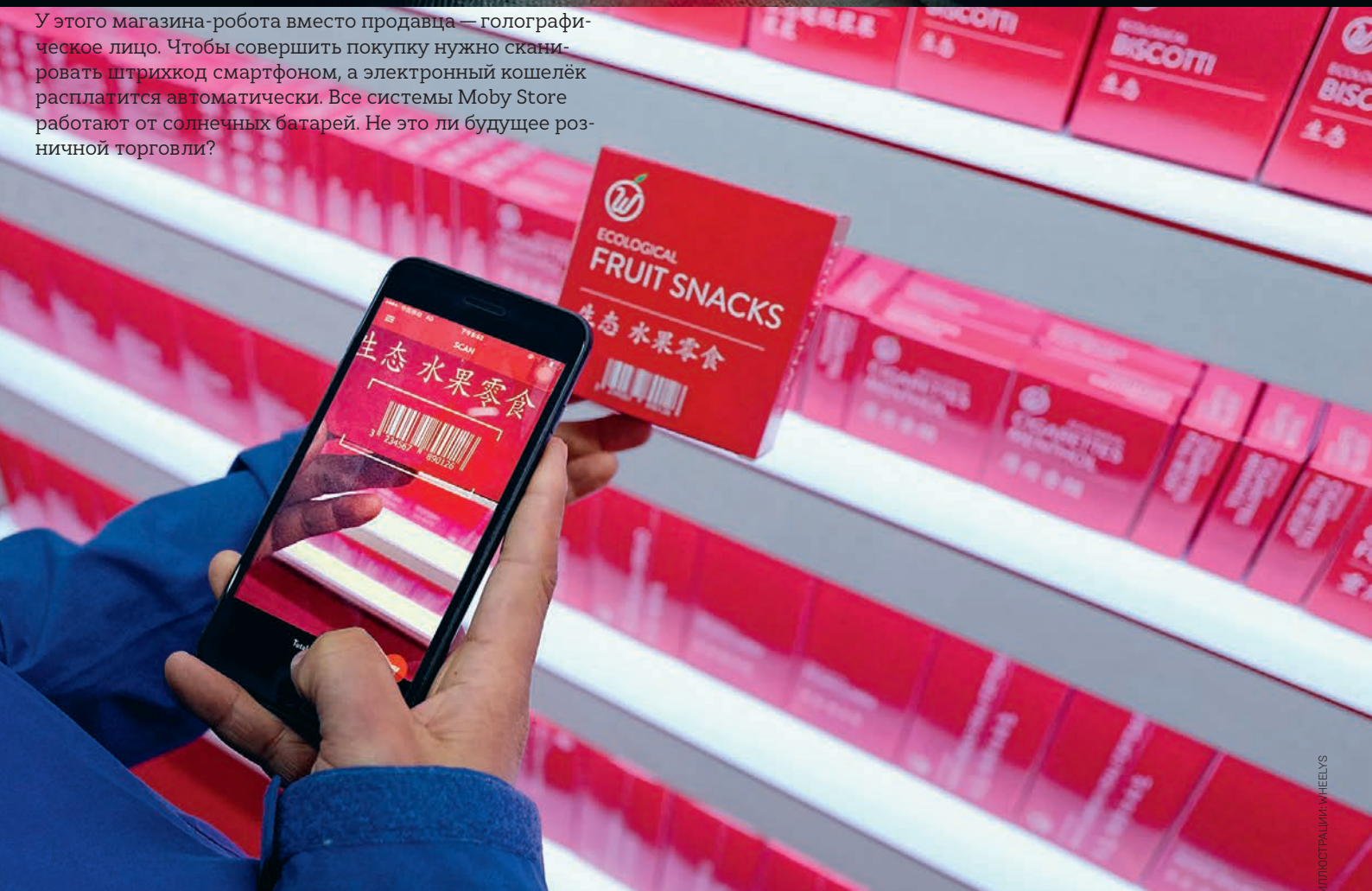




## Ночная палатка — тоже робот

Удобно, если торговый ларёк работает круглосуточно. Ещё удобней, когда он сам подъезжает к вам. Компания Wheelys создала **беспилотный круглосуточный магазин** на колёсах Moby Store, который кружит теперь по кампусу Хэфэйского технологического университета в Китае.

У этого магазина-робота вместо продавца — голографическое лицо. Чтобы совершить покупку нужно сканировать штрихкод смартфоном, а электронный кошелёк расплатится автоматически. Все системы Moby Store работают от солнечных батарей. Не это ли будущее розничной торговли?



## Конец истории 2.0



Какие события будущего должны попасть в учебник

■ ГРИГОРИЙ ТАРАСЕВИЧ

Мне не спалось. Наверное, из-за погоды. То ли холодно, то ли душно, то ли лето, то ли осень. Чтобы усыпить мозг, достал с полки первую попавшуюся книжку. Ею оказался учебник истории. В сонном сознании родился краткий конспект трёх сотен страниц: война с соседней страной — новый царь — государственный переворот — война с другой соседней страной — смута — война сразу с тремя соседями — государственный переворот — гражданская война — убийство правителя — опять война... Вот, допустим, события, случившиеся тысячу лет назад, в 1017 году:

...Война Священной Римской империи с польскими и чешскими княжествами.  
 ...Султан Махмуд Газневи захватывает Хорасан.  
 ...В битве при Сетине болгары потерпели поражение от византийцев.  
 ...Войска Мело Барийского наносят удар по Апулии. Перепрыгиваю в 1517-й. Пятьсот лет, полтысячелетия! За такой срок можно было придумать антибиотики, обеспечить всеобщую грамотность и покрыть планету хорошими дорогами. Даже космическую ракету за это время реально разработать, было бы желание. Но человечество занималось другими вещами:  
 ...Датский король Кристиан отстранил государственный совет от власти.  
 ...Янычары полностью разграбили и опустошили Дамаск.  
 ...Султан Селим I захватил Египет и Хиджаз.  
 ...Восстание в южном Цзянси подавили карательные войска во главе с философом Ван Шоужэнем.  
 В нашем XXI веке это кажется уже не героической сагой, а сборником рассказов о человеческой глупости и жестокости. Да, в конце каждой главы учебника перечислены достижения науки и культуры. Без подробностей: имена, названия произведений и изобретений. Так, факультативный довесок к основной истории. И тут я задумался: а каким будет учебник ещё через пятьсот лет?  
 Я идеалист. Мне кажется, что рано или поздно человечество научится решать, кто будет править или где пройдёт граница, не прибегая к массовому убийству одних представителей вида *Homo sapiens* другими. С точки зрения составителей учебников история ста-

нет невообразимо скучной. Ну о чём писать, если одна страна не нападает на другую? Чем занять страницы, если законно избранный правитель сменяется другим законно избранным и никто по этому поводу не строит баррикады?

Вспоминаются многочисленные варианты «конца истории», которые предлагали богословы, марксисты и либералы вроде Фрэнсиса Фукуямы. Все они исходили из того, что общество достигнет такого благодатного состояния, что бурные события прекратятся. Многие им не верят. Помнится, приезжал как-то в Москву философ и писатель Умберто Эко. На встрече с местными интеллектуалами его спросили: что вы думаете о конце истории? Эко ответил с присущим ему скепсисом: «А что, история умерла? Я даже не знал, что она болела. Наверное, в этот момент был чем-то занят». Я тоже верю, что история никогда не кончится. Рай на Земле не наступит. Люди будут переживать сомнения, разочарования, душевную боль. Они останутся смертными. Но мне хочется надеяться, что количество глупости заметно сократится. И тогда сюжетом для учебников станут не войны и перевороты, а совсем другие события.

Представляю, как лет через пятьсот лежит человек на оснащённом искусственным интеллектом диване и перечитывает книгу по истории Сверхнового времени — того, в котором мы живём:

...Основана первая колония на Луне.  
 ...Последнее государство на планете отменило смертную казнь.  
 ...Термоядерный синтез стал основным источником энергии в Европе.  
 ...Полностью побеждена ВИЧ-инфекция.  
 ...Ликвидированы последние запасы ядерного оружия.  
 ...Средняя продолжительность жизни перешагнула исторический рубеж — 100 лет.  
 ...Основана первая колония на Марсе.  
 ...Получены первые атомы тёмной материи.  
 ...Полностью побеждён вирус гриппа.  
 Может, я тоже наивный, как Фукуяма или какой-нибудь социалист-утопист. Но я верю, что когда-нибудь история из перечня битв и правителей превратится в хронику побед человеческого разума. 🐾

**Гарри Каспаров,** шахматист, восьмикратный победитель Всемирных шахматных олимпиад, обладатель одиннадцати шахматных «Оскаров» (приз лучшему шахматисту года).



## Не можешь победить — присоединяйся!

// «МАШИНЫ СПОСОБНЫ НА ВЫЧИСЛЕНИЯ, ЗАТО МЫ — НА ПОНИМАНИЕ»

« В 1985-м, в 22 года став чемпионом мира по шахматам, я проводил сеанс одновременной игры против 32 лучших шахматных вычислительных машин и легко выиграл все партии. Тогда это никому не казалось удивительным, и для меня это было золотое время: машины играли слабо, а волосы держались крепко. Но всего 12 годами позже я сражался не на жизнь, а на смерть против одного-единственного компьютера в матче, названном на обложке Newsweek “Последним шансом разума”. Никто уже не помнит, что тот первый матч против Deep Blue я выиграл. Но следующий — проиграл, став олицетворением поражения в противостоянии человека и машины. Пока я зализывал раны после проигрыша, меня посетило вдохновение. Есть русская пословица: “Не можешь победить — присоединяйся!” И я подумал: а что, если играть вместе с компьютером, объединив наши силы: человеческую интуицию с машинными расчётами, человеческую стратегию с машинной тактикой, человеческий опыт с машинной памятью?

В первых экспериментах у нас не получалось эффективно сочетать возможности человека и машины, но уже в 2005-м соревнования по так называемым фристайл-шахматам стали настоящим открытием. В турнире участвовали гроссмейстеры и ведущие шахматные компьютеры, однако победили не они, а двое американских игроков-любителей с тремя обычными домашними компьютерами. Умелое управление ими оказалось важнее, чем глубочайшие знания гроссмейстеров или намного большие вычислительные мощности других машин. Оказалось, что слабый игрок, который мастерски использует обычный компьютер, превосходит сильного, неэффективно управляющего супермощной машиной. Это убедило меня в том, что прежде всего нужны более совершенные интерфейсы. Человек плюс машина — это не будущее, а настоящее. Любой, кто пользовался автоматическим переводом, знает, что тот далёк от совершенства. Но мы добавляем собственный опыт, чтобы придать смысл прочитанному. Эта модель работает и в ме-

дицинской диагностике, и в безопасности — повсюду машины перемалывают и упрощают данные, чтобы человек лучше принимал решения.

Спустя 20 лет после моего второго матча против Deep Blue заголовок “Последний шанс разума” стал банальностью: искусственный интеллект всё глубже проникает в каждый сектор экономики, угрожая специалистам с дипломами и политикам. Как человек, который сражался с машиной и проиграл, я хочу сказать, что это отличная новость. Любой профессионал должен испытать на себе это давление, иначе человечество перестанет развиваться. Машины способны на вычисления, зато мы — на понимание. У машин есть инструкции, а у нас цели. Машинам присуща объективность, нам увлечённость. И не стоит беспокоиться о том, на что сегодня способны машины. Беспокоиться следует о том, на что они пока не способны, потому что нам понадобится помощь искусственного разума, чтобы воплотить величайшие мечты в реальность». Из выступления на конференции TED

# Офисные киборги

// ШВЕДСКАЯ КОМПАНИЯ ВЖИВЛЯЕТ СОТРУДНИКАМ МИКРОЧИПЫ

Утро в офисе: в одной руке кофе, в другой сумка. Как достать пропуск и ничего не уронить?

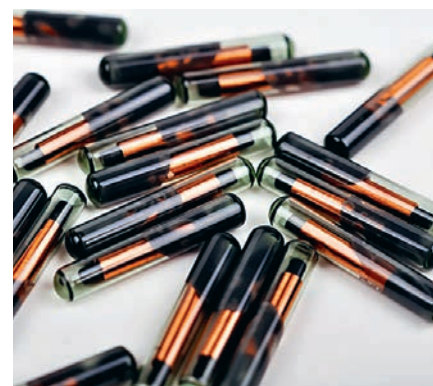
Сотрудники стокгольмской компании Ericenter нашли решение — вживили в свои ладони NFC-чип. Теперь по зданию разгуливают 150 киборгов, которые открывают двери, покупают обед и печатают документы одним взмахом руки.

В основе работы чипа технология беспроводной передачи данных — она позволяет двум устройствам общаться между собой на близком расстоянии.

Цель чипования — **удобство**: не нужно носить с собой пластиковые карты, различные ключи, электронные устройства. Сотрудник с имплантатом не потеряет пропуск и не передаст его другому. Чип длиной



примерно в два сантиметра, вживлённый между большим и указательным пальцами, остаётся там 24 часа в сутки: следит за перемещениями хозяина, знает его любимые продукты и когда-нибудь начнёт собирать медицинские данные. Тем временем работники Ericenter устраивают вечеринки, где уговаривают ещё не чипированных коллег становиться киборгами.



# 10 000 000

Это минимальное количество студентов, которое должен обучить университет на своих онлайн-курсах, чтобы войти в «Цифровую Лигу плюща». Рекордсменами новой Лиги стали Массачусетский технологический институт и Университет штата Пенсильвания: каждый из этих вузов обучил по Сети более 50 000 000 студентов из разных уголков мира.

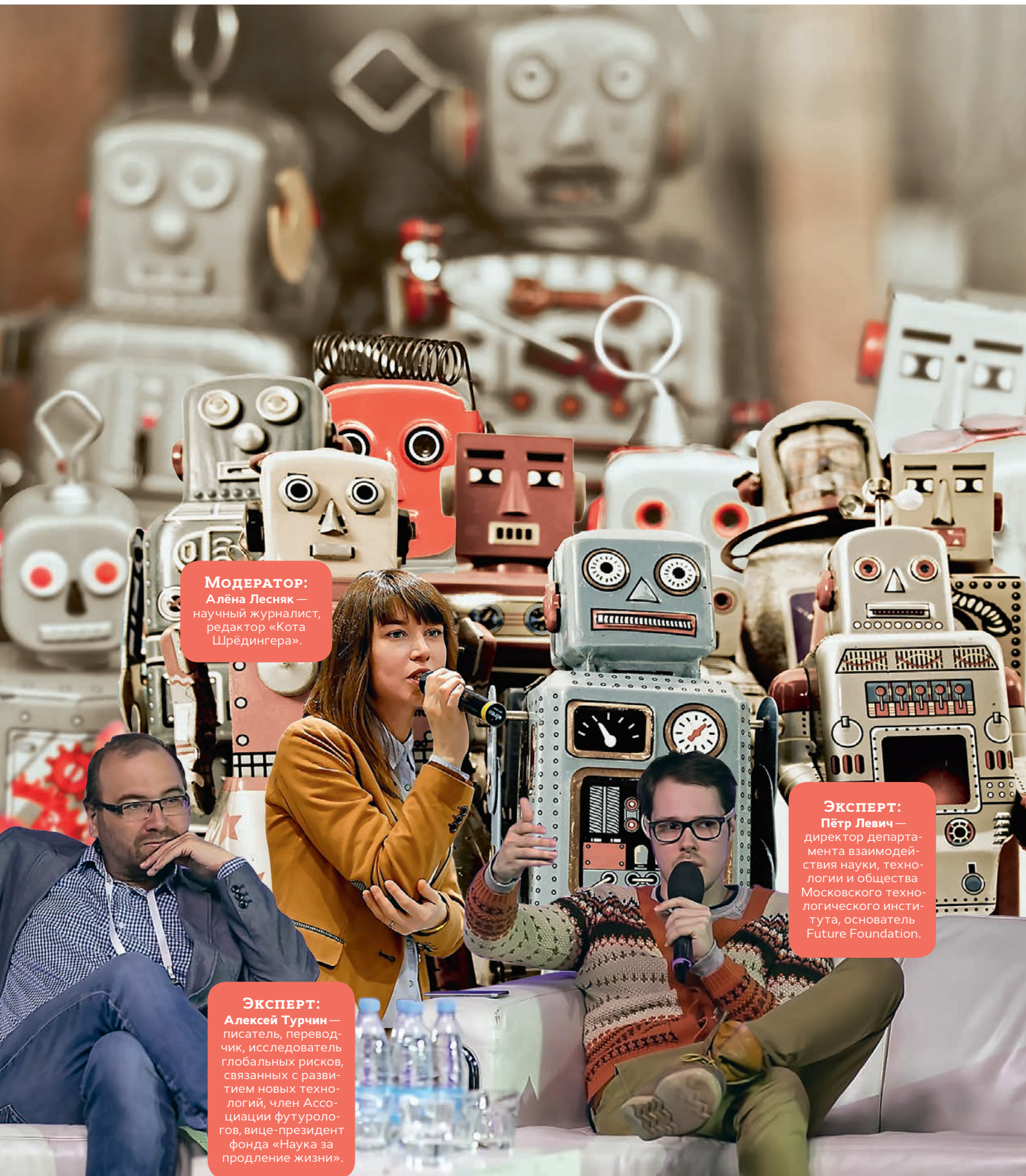
## Заправка: атомная, подводная, наша

// В АРКТИКЕ ПОСТРОЯТ СЕТЬ ПОДВОДНЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ПОДЗАРЯДКИ РОБОТОВ

Российская часть Арктики кажется необитаемой. На самом деле здесь кипит жизнь: глубоко под водой трудятся беспилотные роботы. Они исследуют морское дно, добывают полезные ресурсы, монтируют конструкции для добычи нефти и газа. Время от времени роботы выныривают на поверхность, где их подзаряжают люди. Дорога туда и обратно отнимает много времени и сил.

Конструкторское бюро «Рубин» и Фонд перспективных исследований придумали, как упростить жизнь подводным трудягам. К 2020 году **на дне океана** планируют установить электростанцию. Её ядерный реактор будет обеспечивать роботов энергией на протяжении 30 лет.





**МОДЕРАТОР:**

**Алёна Лесняк** — научный журналист, редактор «Кота Шрёдингера».

**ЭКСПЕРТ:**

**Алексей Турчин** — писатель, переводчик, исследователь глобальных рисков, связанных с развитием новых технологий, член Ассоциации футурологов, вице-президент фонда «Наука за продление жизни».

**ЭКСПЕРТ:**

**Пётр Левич** — директор департамента взаимодействия науки, технологии и общества Московского технологического института, основатель Future Foundation.

# Искусственный разум и настоящие чувства

**Круглый стол:** как будут складываться отношения человека и машины

Люди склонны испытывать эмоциональную привязанность к игрушкам и памятным вещам. Но что, если объектом чувств когда-нибудь станет ИИ? Сможет ли искусственный интеллект заменить нам друга или любимого человека? Будет ли конкурировать за место под солнцем? Способны ли умные машины испытывать эмоции и решать этические проблемы? На церемонии награждения победителей Imagine Cup журнал «Кот Шрёдингера» и компания Microsoft собрали экспертов, чтобы обсудить перспективы развития искусственного разума и его взаимодействия с человечеством.

**Вопрос первый:** может ли компьютер испытывать эмоции?

**[МОДЕРАТОР]** Наш круглый стол посвящён искусственному интеллекту (ИИ) — как мы будем с ним сосуществовать, может ли он развиваться до уровня человеческой личности, обладать не только разумом, но и чувствами. Мой первый вопрос именно об этом: способен ли ИИ чувствовать, испытывать симпатии и антипатии, принимать решения на основе каких-то своих мотивов и интуитивных порывов?

**[АЛЕКСЕЙ ТУРЧИН]** Эмоции сформировались в ходе эволюции как инструмент приспособления, который позволяет быстро оценить ситуацию и среагировать. Это не уникальное свойство человека — животные тоже злятся, боятся, страдают... Мы унаследовали систему реагирования от обезьян, но дополнили её рациональным мышлением — оно есть только у человека. Конечно, эмоции нам по-прежнему нужны: они срабатывают быстрее — например, мы мгновенно реагируем на состояние другого человека.

Сегодняшние системы искусственного интеллекта почти так же быстро распознают наши эмоции. А могут и изображать их, посылая смайлики или эмодзи. Используя такие приёмы, они уже сейчас могут успешно манипулировать человеком: логика у эмоций довольно простая, и машине легко её симулировать.

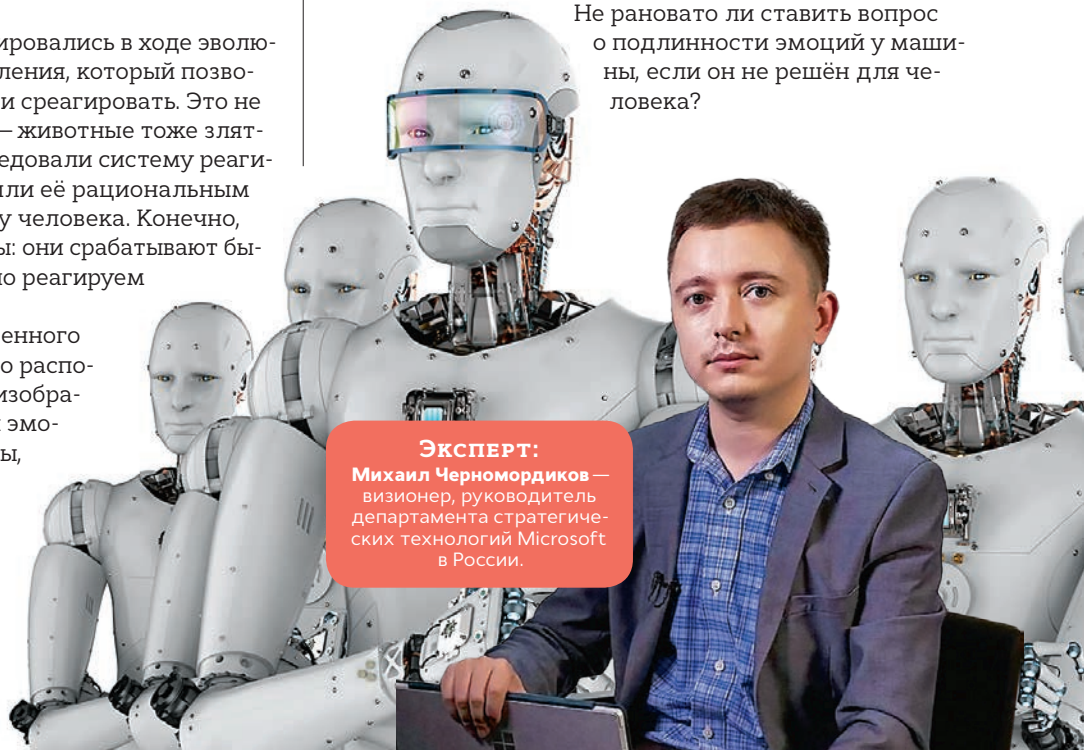
Но могут ли они испытывать эмоции сами? Это гораздо более сложный вопрос. Чтобы на него ответить, надо понять природу нашего субъек-

тивного опыта. Философы о ней давно спорят. Возможно, ответ на этот вопрос мы получим создав полноценную работающую модель человеческого мозга.

**[МИХАИЛ ЧЕРНОМОРДИКОВ]** Не исключаю, что рано или поздно мы разработаем единую систему знаков для понимания искусственного интеллекта. Например, если машина подмигивает зелёной лампочкой в левом нижнем углу, значит, она веселится, а если начинает увеличиваться красный квадрат — злится, и нужно её успокоить. То есть машине, чтобы обрести эмоции, не обязательно изображать человека. Возможно, она пойдёт другим путём. А вообще, не так уж и важно, по-настоящему искусственный интеллект испытывает чувства или имитирует их. Гораздо важнее, как мы, люди, сможем этим распорядиться.

**[ПЁТР ЛЕВИЧ]** Мы убедились, что искусственный интеллект умеет изображать человеческие эмоции. Три года назад Евгений Густман — чат-бот, притворявшийся мальчиком из Одессы, прошёл классический тест Тьюринга. Общаюсь с чат-ботом, судья проверял его и на эмоции — и не смог определить, что это не человек. Теперь мы хотим знать, испытывает ли машина эмоции или просто имитирует их. Но ведь мы и в собеседнике-человеке не всегда уверены. Да и в отношении самих себя далеко не всегда можем понять, по-настоящему мы испытываем эмоции или симулируем их, потому что хотим испытывать.

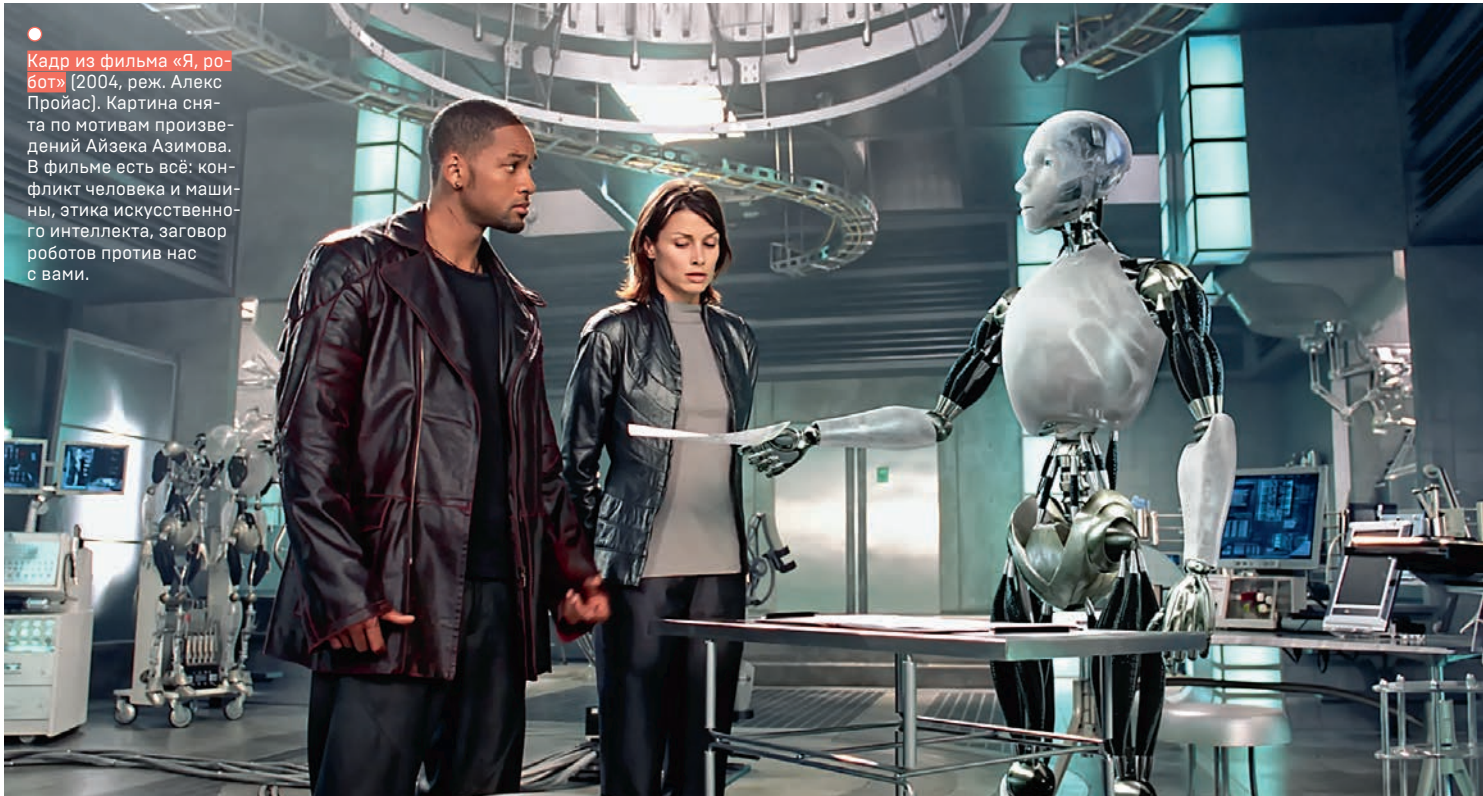
Не рановато ли ставить вопрос о подлинности эмоций у машины, если он не решён для человека?



**ЭКСПЕРТ:**

**Михаил Черномордиков** — визионер, руководитель департамента стратегических технологий Microsoft в России.





Кадр из фильма «Я, робот» (2004, реж. Алекс Пройас). Картина снята по мотивам произведений Айзека Азимова. В фильме есть всё: конфликт человека и машины, этика искусственного интеллекта, заговор роботов против нас с вами.

**Вопрос второй:** заменит ли взаимодействие с роботами тепло человеческого общения?

**[МОДЕРАТОР]** Взаимоотношения людей — тонкая материя. Влюбиться можно не потому, что человек идеален, а за его недостатки. Это не предугадать. Нет такой формулы, которая заставит влюбиться в хулигана, это нельзя алгоритмизировать. Или всё-таки можно? Мой второй вопрос об этом: можно ли сделать искусственный интеллект непредсказуемым и будут ли роботы привлекать нас так, как привлекают люди?

**[АЛЕКСЕЙ ТУРЧИН]** Я думаю, что такой ИИ сделать вполне возможно. Более того, чувства людей часто неточны, а машина будет быстро совершенствоваться и в итоге может оказаться человечнее, чем сам человек. Герой фантастического фильма «Она» влюбился в операционную систему своего компьютера как раз потому, что она оказалась в большей мере женщиной, чем все настоящие. Думаю, в реальности мы тоже будем влюбляться в искусственный интеллект — люди и сейчас ощущают зависимость от телефонов, а дальше начнут испытывать к ним эмоциональную привязанность.

**[ПЁТР ЛЕВИЧ]** Многие эксперты опасаются войны людей с машинами, а мне как раз кажется, что мы не будем с ними воевать, скорее уж будем в них влюбляться. Но важно даже не это, а сам факт, что мы будем объединяться с искусственным интеллектом. Будущее за такими цифровыми кентаврами, за симбиозом челове-



ка и машины. Интересно, конечно, какой будет любовь в обществе, состоящем из цифровых кентавров. В какой-то степени я уже сейчас представляю одно целое со своим телефоном. Человек с быстрым доступом к информации и человек без одного — это разные существа с принципиально разными способностями. А если я буду получать всю информацию через нейроинтерфейс по мысленному запросу, если смогу мгновенно анализировать большие данные, стану ли я из-за этого машиной или останусь человеком?

Мне не очень важно, как называться. Но хочется сохранить право на нерациональное решение, на ошибку, на дерзновение эксперимента. И пока у меня остаётся это право влюбляться — в человека, машину или киборга, — всё хорошо. Главное, чтоб никто не мог мне диктовать, в кого стоит влюбляться, а в кого нет, — чтобы поменьше нормировали мою жизнь.

**[МИХАИЛ ЧЕРНОМОРДИКОВ]** Мы будем нуждаться в живом контакте друг с другом, несмотря ни на какие технологии, — так мы устроены. Одно дело возможности, другое — как они будут реализованы. Мы могли бы здесь не собираться: технологии позволяют выходить на связь из дома. Когда появилось радио, люди не перестали ходить на концерты; кинотеатры не убили театры; даже электронные книги пока не вытеснили бумажные. Технологии позволяют упростить, ускорить, разнообразить нашу жизнь. Но это не значит, что мы должны полностью изменить привычки, — просто выбор стал больше.

**Вопрос третий:** Смогут ли машины принимать решения?

**[МОДЕРАТОР]** Автомобили-роботы уже ездят по дорогам, и мы надеемся, что они способны застраховать нас от большинства аварий, ведь автопилоты не принимают неверные решения под влиянием эмоций. Но сможем ли мы доверить им решения в экстренных ситуациях, связанных с этическими дилеммами? Как, например, поступить, если на дорогу выскочил пешеход и избежать аварии невозможно: совершить наезд, свернуть в кювет, выехать на встречную полосу?

**[ПЁТР ЛЕВИЧ]** Давайте будем точнее в формулировках. Когда мы говорим, что автомобиль принимает решение, кого сбивать, мы выражаемся метафорически. Пока человекоподобный искусственный интеллект не изобретён, мы единственные существа на Земле, способные к целеполаганию. И когда мы говорим, что машина приняла решение, на самом деле речь идёт о решении программиста. Это не мелочь, когда мы говорим: «робот принял решение», то подсознательно делегируем ответственность за это решение технологии. Но ни одна молекула химического оружия не убила человека по собственному желанию. Ни один мессенджер не отправил ключи шифрования спецслужбам по собственной инициативе. Технологии — лишь трансляторы воли людей.

**[МИХАИЛ ЧЕРНОМОРДИКОВ]** Согласен: создатели искусственного интеллекта отвечают за все его «решения», за все результаты. И я бы не преувеличивал вероятность того, что мы в скором времени отдадим машинам право принимать решения. Думаю, если это и произойдёт, то очень нескоро. Возможно, никогда.

Когда появился интернет, было непонятно, как в нём жить — в отсутствие устоявшихся правил. Но на предыдущих этапах цивилизация уже создала и законы, и каналы связи, и медиа — оставалось ими воспользоваться и адаптировать к новой реальности. Теперь и в Сети есть цифровые права, цифровые каналы связи, цифровые медиа — есть законы и регулирование.

То же будет происходить и с искусственным интеллектом по мере того, как из непонятного и инновационного он будет превращаться в обыденный и естественный.

Уже сейчас ассоциация высокотехнологичных компаний, куда входят Microsoft, Apple, Facebook, Amazon, Google, разрабатывает общие положения: какими должны быть технологии, как они будут работать и решать в том числе вопросы этики. И здесь, конечно, требуется участие юристов и других представителей социогуманитарных наук.

**[АЛЕКСЕЙ ТУРЧИН]** Над постановкой целей искусственному интеллекту работает ряд организаций и людей, среди которых такие известные мыслители, как Элиезер Юджовски и Ник Бостром. Пока эта проблема не имеет общепринятого решения, есть несколько подходов. Сторонники одного из

них, метаэтики, занимаются составлением правил, регулирующих принятие и применение этических решений. Приверженцы другого подхода, консеквенциализма, говорят, что при принятии решения мы должны исходить из его последствий, то есть машина должна посчитать, сколько людей погибнет в каждом случае, и постараться минимизировать последствия. Третий подход деонтологический: машина должна просто следовать правилам. При этом, соблюдая правила, она может сделать так, что погибнет больше людей. В целом же пока не очень понятно, как заложить цели и ценности в мозг машины, — это большой открытый вопрос.

Надо сказать, что есть малая этика искусственного интеллекта и большая. Кого автопилот будет давить на дороге — проблема малой этики. Большая проблема в том, чтобы он не вышел из-под контроля, — я имею в виду не нынешних роботов, а сильный искусственный интеллект, не уступающий человеческому или даже намного его превосходящий. Выход такого искусственного интеллекта из-под контроля — событие необратимое: мы уже никогда не вернём себе власть над ним, и вполне вероятно, он нас всех уничтожит. Решить эту большую проблему мы хотим с помощью загрузки человеческих ценностей. Но для начала надо определить, какие именно ценности мы хотим заложить.

В общем, будет очень непросто создать саморазвивающийся и при этом дружелюбный человеку искусственный интеллект. Но без него благоприятные сценарии будущего не просматриваются.

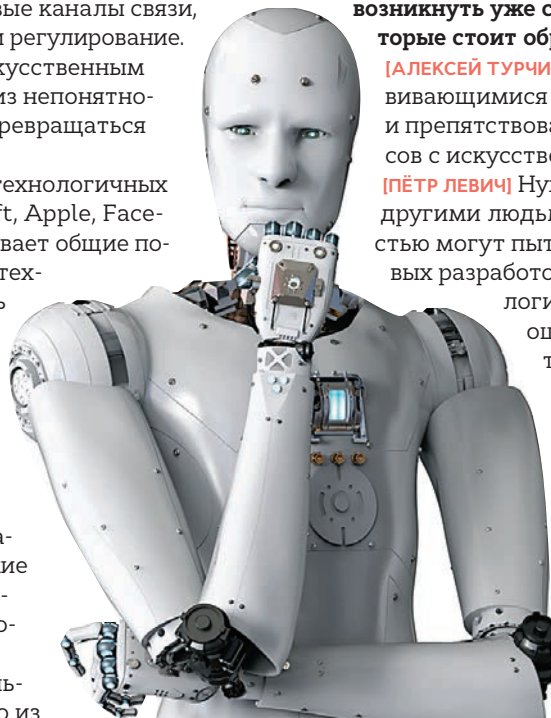
**Вопрос четвёртый:** Чего бояться?

**[МОДЕРАТОР]** Под конец мне бы хотелось отойти от проблем далёких и во многом мифических: уничтожит нас искусственный интеллект, влюбимся мы в него, как он будет выбирать в неоднозначных ситуациях... Давайте попробуем сформулировать опасения, которые должны возникнуть уже сейчас, настоящие проблемы, на которые стоит обратить внимание.

**[АЛЕКСЕЙ ТУРЧИН]** Надо быть осторожнее с саморазвивающимися системами, а также отслеживать и препятствовать появлению компьютерных вирусов с искусственным интеллектом.

**[ПЁТР ЛЕВИЧ]** Нужно не допускать нормирования другими людьми нашей жизни. Наделённые властью могут пытаться влиять на нас с помощью новых разработок, регулировать прорывные технологии запретами, чтобы уберечь нас от ошибок и не допустить экспериментов. Мы должны этому противодействовать.

**[МИХАИЛ ЧЕРНОМОРДИКОВ]** Я опасюсь только того, что искусственный интеллект останется уделом лишь технических специалистов и учёных. Так происходит сейчас, и это нужно изменить. ИИ должен быть простым и доступным, понятным каждому. И если это будет так, машинный разум перестанет вызывать опасения, о которых мы сегодня говорили. 🐾



# ИНГОССТРАХ Ingosstrakh

## Онлайн — удобно и это серьёзно

### Мобильные приложения

- всегда на связи
- офисы
- оплата взносов

### Сайт

- онлайн продажи
- платежи
- адаптивная верстка

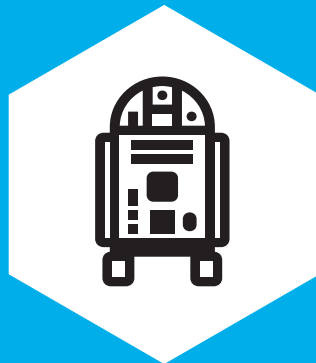
### Личный кабинет

- напоминания / уведомления
- история страхования

www.ingos.ru

Ингосстрах платит. Всегда.\*

\* В соответствии с условиями договора страхования.  
СПАО «Ингосстрах». Лицензии ЦБ РФ на осуществление страхования СИ №0928, СЛ №0928, ОС №0928-02, ОС №0928-03, ОС №0928-04, ОС №0928-05 и на осуществление перестрахования ПС №0928, все лицензии выданы 23.09.2015 г. без ограничения срока действия.  
Реклама.  
Исх. № 000061\_2016\_03



# ТЕХНОЛОГИИ

Шестерёнки

Процессоры

Винты

Провода

Гайки

Контакты

Магниты

И прочие важные штуки





## Самый популярный КамАЗ

Первый грузовик Камского автомобильного завода оказался и самым востребованным в истории компании. За период с 1976 по 2001 год было выпущено 393 тысячи автомобилей КамАЗ-5320.

Прототип грузовика разрабатывался на заводе имени Лихачёва, старейшем автомобильном предприятии страны, и назывался ЗИЛ-170. Однако первые серийные

образцы сошли уже с конвейера КамАЗа — в феврале 1976 года. Хочется верить, что когда-нибудь отечественный автопром сумеет вернуть себе былую славу.

**Колёсная формула:** 6 × 4

**Мощность двигателя:** 180 или 210 л. с.

**Грузоподъёмность:** 8 тонн (с прицепом — 16).

**Максимальная скорость:** 90 км/ч.

## По дороге с самим собой



Кому нужен самокат?

 СВЕТЛАНА СОКОЛОВА-МИХАЙЛОВА

Оразу хочу предупредить: эта колонка не для детей. Почему, узнаете в конце.

Начну издали. В детстве мне случалось вставать на самокат, но испытывала я при этом только раздражение: ну куда на нём уедешь, он же медленный! Для деревенских просторов, плавно перетекающих в просёлочные дороги и шоссе, гораздо больше подходит велосипед. Несёшься на полной скорости, только ветер свистит, пыль летит, автомобили мимо вжик-вжик. Хорошо-то как!

Смысл самоката я не понимала категорически — вплоть до нынешнего лета, когда друзья взяли и подарили мне его на праздник. Пришлось прочесть инструкцию, приладить все детали, выйти на улицу, оттолкнуться от тротуара и поехать. Оказалось, что человек на самокате — это совсем не то, что человек на двух ногах.

Во-первых, самокат — инструмент пробуждения гражданского самосознания. Чтобы люди захотели улучшить пространство вокруг себя, надо каждому вручить по двухколёсному транспорту. Каждому, особенно мэрам и чиновникам, отвечающим за благоустройство. Никакой велосипед не даст вам возможности ощутить все без исключения шероховатости, трещины, ямки и колдобины в асфальте — для этого нужен самокат с его маленькими и потому крайне чувствительными к неровностям колёсами. Вам даже не понадобится инвалидная коляска, чтобы осознать бессмысленность и беспощадность бордюров: проскочить их не удастся — надо слезать, брать транспорт в руки и переносить через препятствие. К слову, человек в коляске так поступить не может, и если набрался смелости самостоятельно выбраться на улицу, то вынужден каждые сто метров просить о помощи... Ладно, это тема для другой колонки. Я просто хочу сказать, что самокат заставляет задуматься, почему великий и могучий русский народ, построивший самый большой в мире синхрофазотрон, так и не научился ни класть асфальт, ни заставлять чиновников работать.

Во-вторых, отрезки, которые проезжаешь, не спешива-


ясь, в городе малы и составляют сто — двести метров. Потом случается очередной надземный или подземный переход. На велосипеде не успеваешь разогнаться, как уже приходится тормозить. Самокат позволяет наслаждаться ездой.

В-третьих, велосипедиста бьют все, да и ему самому прохожие вслед шипят, как гуси. А ведь в толпе встречаются другие велосипедисты, мамочки с колясками, пенсионеры, наглые подростки, лошади, ослы, коты. Все они препятствия, которые надо аккуратно объезжать. Замучаешься. Тем более что езда на велосипеде по тротуару зачастую приравнивается к нарушению правил дорожного движения. Особенно если ездок создаёт помехи для пешеходов. Владелец самоката такой проблемы не знает. Он легко вливается в толпу.

В-четвёртых, как только взбираешься на самокат, на лице сама собой появляется улыбка. Ты вроде как немножечко летишь и ни за что не отвечаешь: самокат не автомобиль, не требует соблюдения правил дорожного движения. Отсутствие стресса и страха гарантировано.

В-пятых, и это главное, самокат — способ затормозить время. Почувствовать себя менее взрослым, чем обычно. Забыть, что перешагнул пороговые двадцать пять и смирился с тридцатью, которые вот-вот или уже. Протех, кому за сорок, вообще не говорю: людям в солидном возрасте самокат должен прописывать доктор вместе с таблетками от холестерина.

Самокат — детская игрушка. Спокойный, буржуазный транспорт. Лично я знаю тех, кто, будучи ребёнком или подростком, страдал без велосипеда, но не знаю никого, кто бы в этом возрасте мучился, живя без самоката. Велосипед — это скорость и ветер в лицо, «упал — сломал ногу — гипс — герой», ну и когда «смотри, а я без рук умею».

Оценить прелесть самоката можно только в сознательном возрасте. Именно это я и имела в виду в самом начале. Впрочем, если вам далеко до двадцати пяти, а колонку вы всё-таки прочитали, не расстраивайтесь — лучше подарите маме или папе самокат. 



## Запустить космический патруль

// СПУТНИКОСТРОЕНИЕ

Учёные МГУ им. М. В. Ломоносова планируют в течение трёх — пяти лет создать орбитальную группировку спутников для мониторинга космических угроз. В частности, аппараты будут изучать явления, связанные с радиацией в околоземном пространстве и с астероидной опасностью.

В апреле 2016 года на орбиту был

запущен созданный в МГУ спутник «Михайло Ломоносов». Основные задачи этого проекта — исследование космических лучей предельно высоких энергий и транзиентных световых явлений в верхней атмосфере Земли, астрофизических гамма-всплесков и магнитосферных частиц, а также исследования в области экстремальной космической биологии.



## Увидеть лик царя

// ИСТОРИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ

Единственный прижизненный портрет Ивана Грозного был вытиснен на переплёте первопечатной русской книги «Апостол» в 1564 году. Со временем изображение разгладилось и стало неразличимым.

Сотрудники Государственного исторического музея и Института космических исследований РАН восстановили рисунок с помощью мультиспектральной съёмки. Чтобы разглядеть на переплёте мельчайшие неровности, учёные использовали инфракрасный диапазон: поверхность снимали в отражённом свете с длиной волны 730 нм. Полученные данные обработали и визуализировали посредством специальных алгоритмов.



## Сберечь нервы рыб

// ЭКОРОБОТОТЕХНИКА

Рыбы испытывают стресс при сильном повышении или понижении уровня кислотности воды. Эта проблема волнует сотрудников рыбопитомников: растить здоровых особей выгоднее, чем больных. Новый инструмент для мониторинга уровня pH создали исследователи из Мадридского политехнического университета и Университета Флоренции.

Робот длиной чуть более 30 см похож на обычную рыбу. Его скелет состоит из поликарбоната миллиметровой толщины, обернутого латексной плёнкой с рёбрами жёсткости. Датчик для измерения pH изготовлен из полианилина — электропроводящего полимера, расположенного на поверхности графитового электрода. Робот способен имитировать поведение рыбы и вести себя так, как вёл бы карась или окунь в условиях разной кислотности воды.



ИЛЛЮСТРАЦИИ: КОРПОРАЦИЯ ВНИИОМ, ИКИ РАН, IJRM, SHUTTERSTOCK  
ИЛЛЮСТРАЦИИ: SHUTTERSTOCK, NASA

# Доставить лекарство к цели

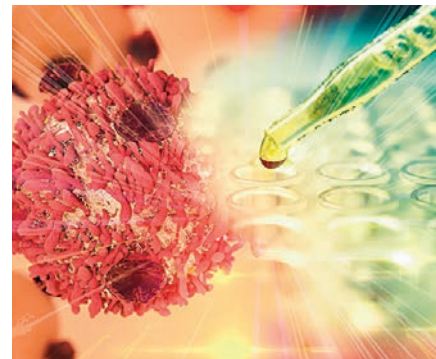
// НАНОМЕДИЦИНА

Биологи и биофизики из наукограда Пущино разработали наночастицы для доставки лекарств в клетки крови. Одним из главных компонентов технологии является белок Hsp70: он защищает другие белки от по-

вреждения. Наночастицы с раствором Hsp70 состоят из мела и органических полимеров, которые растворяются при попадании в клетку под действием содержащихся в них ферментов.

Эта разработка, по мнению авторов, поможет

в лечении онкологических заболеваний и заражений крови. Капсулы будут заполнять используемыми в химиотерапии медикаментами и с помощью наночастиц доставлять внутрь раковых опухолей, минуя здоровые клетки и органы.



# Напечатать кирпичи на Марсе

// КОЛОНИЗАЦИОННО-АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Исследователи NASA и Университета Центральной Флориды (США) предложили возводить на Марсе здания из кирпичей, напечатанных на 3D-принтере чернилами на основе местной почвы. Аддитивные техноло-

гии в космическом строительстве уже не новость. Инженеры из Самарского государственного технического университета и НПО им. С. А. Лавочкина создают принтер, чтобы печатать детали будущей российской базы на Луне.

# Раскрыть преступление

// ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Британская полиция тестирует компьютерную систему, которая воссоздаёт картину преступления, собирая воедино всю информацию, включая улики, о предполагаемом правонарушителе. Идея программы VALCRI (Visual Analytics for sense-making in CRiminal Intelligence analysis) принадлежит сотрудникам Мидлсекского университета в Лондоне.

VALCRI помогает генерировать версии, как, когда, кем и почему было совершено преступление. Автоматизированный Шерлок Холмс делает выводы на основе полицейских записей, интервью, фотографий, видео и допросов подозреваемых.



# Поспорить с газетой

// АКУСТИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

В 2016 году физики из Университета штата Мичиган (США) разработали наногенератор для зарядки гибкой электроники. Прибор состоит из силиконовой пластины, покрытой материалом с частицами серебра и пропиленом.

В этом году исследователи создали на основе генератора гибкий датчик толщиной с бумажный лист, спо-

собный превращать механическую энергию в электричество. Устройство работает как микрофон, захватывая и преобразовывая в ток звуковые вибрации, и как громкоговоритель, действуя ровно наоборот. Новый материал уже назвали «говорящей бумагой». Разработка может стать основой первой в мире газеты, которая будет общаться с читателем.



# Астролябия

Главный  
астрономический  
инструмент  
тысячелетия

Тимпаны,  
паук, лошадка  
и алидада  
с визирами



ФОТО: SHUTTERSTOCK; ИЛЛЮСТРАЦИЯ: ПРЕДОСТАВЛЕНА СЕРГЕЕМ МАСТИКОВЫМ

«Астролябия как астрономический инструмент: от Античности до Нового времени» — так называется кандидатская диссертация, которую этой весной защитил директор новосибирского планетария **Сергей Масликов**. Один из членов диссертационного совета, физик Юрий Рудой, комментируя эту работу, сказал: «Я за свою жизнь прочёл немало авторефератов, но чтобы так всё было интересно, красиво и содержательно написано, прямо как роман в некоторых местах... Следовало бы, немного переработав, опубликовать его в каком-то читаемом сейчас журнале, таком как “В мире науки” или “Кот Шрёдингера”». Нам текст тоже очень понравился, так что мы с удовольствием выполняем рекомендацию диссертационного совета.

## Первое место в рейтинге приборов

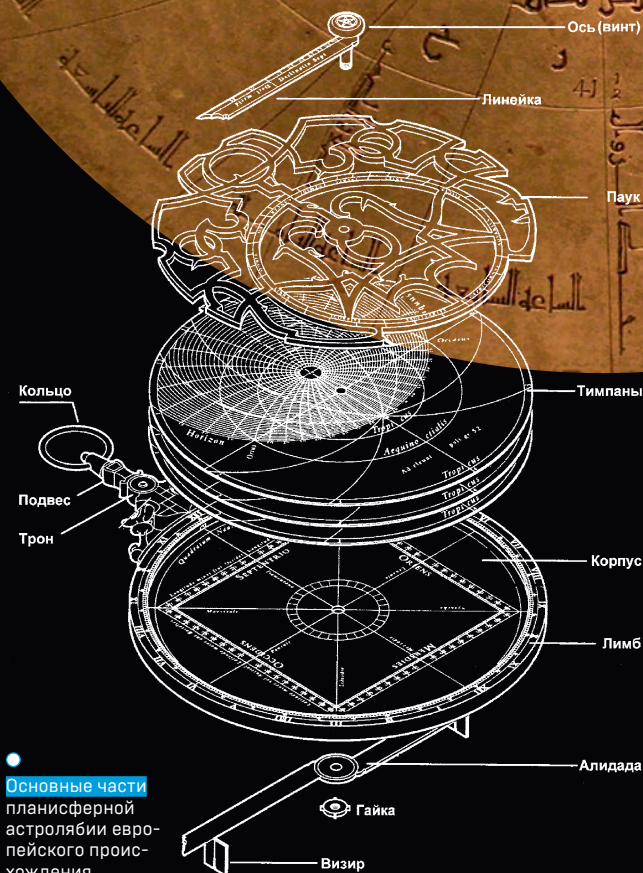
Уже семнадцатый год мы живём в третьем тысячелетии. Но не все итоги прошедшего, второго тысячелетия подведены. Кто назовёт астрономический инструмент, который был наиболее широко распространён и известен в том самом, ушедшем тысячелетии? Наверняка у многих читателей уже готов ответ: телескоп. Но всеобщее применение он получил всего двести — двести пятьдесят лет назад. Если копнуть глубже и попытаться определить главный астрономический инструмент в интервале с 1001 по 2000 год, то лавры придётся отдать прибору, о котором мы сегодня уже мало что помним. Как минимум с VIII и до конца XVII, а местами и XIX века самым популярным астрономическим инструментом как в Европе, так и на Востоке была **планисферная астролябия**.

**Планисферная** (от греч. *πλάνωσ* — плоскость и *σφαῖρα* — шар) астролябия помогала преобразовывать координаты на сфере в координаты на плоской поверхности.

Ей посвящены сотни трактатов на арабском, латинском и некоторых других языках; художники изображали её на картинах, а поэты слагали о ней стихи. Астролябию преподносили в дар царям, султанам и прочим высокопоставленным особам. Она выполняла разные функции — часов, дальномера, навигатора, счётной машины, справочника координат и тригонометрических функций. На протяжении полутора тысяч лет этим устройством пользовались учёные, путешественники, торговцы, священнослужители, астрологи, преподаватели и студенты.

## Развернуть сферу на плоскость

Так что же это за инструмент? Теория планисферной астролябии была разработана ещё в III веке до нашей эры. Древнегреческий математик Аполлоний Пергский придумал, как изобразить сферу на плоской поверхности, — иными словами, «развернуть» её.



● **Основные части** планисферной астролябии европейского происхождения.

**Шплинт** в виде головы лошади. Именно он скрепляет весь инструмент.



**Строки из поэмы «Гулистан»** легендарного поэта XIII века Саади, которые автор обнаружил на одной из астрольбий в Эрмитаже: «Назначенные этого творения — остаться после нас».

**Фрагмент географического справочника** на корпусе большой астрольбии из Эрмитажа. В столбце справа указаны обобщающие понятия: город, долгота, широта, азимут направления на Мекку, расстояние до Мекки в фарсах, сторона горизонта. Рядом данные по трём городам: Мекке (до неё расстояние равнялось нулю), Медине, Куфе.

**Гравюра на астрольбии** немецкого мастера Иоганна Преториуса. Музей Галилея во Флоренции.



Любой круг небесной сферы, например круг зодиака, при планиферном проецировании оставался кругом и на плоскости. Второе важное свойство этой проекции — сохранение углов на сфере и на плоскости.

Трудно сказать, когда эта красивая теория была воплощена в металле, то есть когда была изготовлена первая астрольбия, но в IV веке нашей эры такой прибор уже точно существовал. Создал его, скорее всего,

**Теон Александрийский** (ок. 335 — ок. 405). Греческий математик, философ и астроном. Последний управитель знаменитой Александрийской библиотеки.

**Теон Александрийский.**

Его астрольбия, как и все последующие, включала следующие основные части:

- **корпус** с углублением и подвесом — каркас всего инструмента;
- **тимпаны**, представлявшие собой местную (горизонтальную) систему координат наблюдателя; они содержали линии горизонта, меридиана, круги равных высот и азимутов; каждая сторона тимпана предназначалась для использования на одной конкретной широте; тимпанов могло быть от одного до десяти;

– **паук** — систему небесных (экваториальных) координат, которая включала полюс мира, круг зодиака, тропик Козерога, иногда круг небесного экватора и, самое главное, набор звёзд, положение которых фиксировалось остриями-указателями;

– **алидаду с визирами** — приспособление для наблюдения звёзд ночью и Солнца днём; эти наблюдения были основой для вычисления времени и решения некоторых астрономических задач.

Конструкция скреплялась осью, а ось фиксировалась шплинтом (в восточных астрольбиях он назывался «лошадкой») или винтом (в западных инструментах). В соответствии с птолемеевой системой мира, Земля (тимпаны) была неподвижна, а небеса (паук) находились в движении.

Чтобы воспользоваться прибором, прежде всего нужно было найти на небе одну из ярких звёзд, указатель которой присутствовал на пауке астрольбии. Затем с помощью алидады измерить высоту звезды. Далее вращением паука указатель совмещали с линией измеренной высоты (линию искали на тимпане, который виден



● Фрагмент паука большой астрольбии из Эрмитажа. На нём три листика: тот, что справа, чисто декоративный, на двух других написаны арабские названия звёзд.

в прорези паука). После чего можно было считать, что на астрольбии восстановлен текущий вид звёздного неба. Это построение служило базисом для решения многочисленных, не только астрономических задач. Например, этот прибор использовался для определения времени и продолжительности дня, математических вычислений и астрологических предсказаний.

Одна из загадок, над которой сейчас ломают голову историки науки, — это так называемый антикитерский механизм. Он был поднят со дна Эгейского моря вблизи острова Антикитера в 1901 году. Вначале решили, что это астрольбия, но прибор оказался намного сложнее. Антикитерский механизм содержал 32 шестерёнки и позволял рассчитывать не менее 42 астрономических явлений. Об этом узнали, когда просветили механизм рентгеновскими лучами. Но главное, он изготовлен за пятьсот лет до того, как Теон Александрийский впервые описал астрольбию.

Почему технология изготовления таких устройств не получила развития? Не исключено, что грекам была известна и более простая версия — планиферная астроль-

бия. Но самые древние из сохранившихся инструментов датируются VIII–IX веками. Почему в музеях нет более ранних астрольбий? Возможно, ответы на эти вопросы стоит искать на дне Эгейского моря, где покоятся сотни античных кораблей.

## Спасибо арабскому Востоку

Арабы подхватили идею астрольбии и возвели практику её изготовления и использования на очень высокий уровень. Этот универсальный инструмент распространился по всему восточному миру и проник в Европу. Но не все мусульманские традиции были востребованы, так что европейские мастера слегка модифицировали астрольбию. Сегодня мы можем чётко разделить все сохранившиеся приборы на восточные и западные.

Примером восточного инструмента может служить большая, покрытая лаком деревянная астрольбия из Эрмитажа (отдел Востока). Автору повезло исследовать её вместе с другими астрольбиями Эрмитажа в 2015 году.

Её корпус и алидада изготовлены из дерева — это исключение из правила. Обычно астрольбии делались из латуни — сплава меди и цинка, прозванного «вечным» за свою износостойкость. В данном случае мастер выбрал дерево, чтобы изготовить лёгкий инструмент гигантского размера — диаметром 435 мм. Если бы использовался металл, астрольбия была бы неподъёмной.

Чего добивался мастер, создавая столь крупногабаритный прибор? Как минимум двух целей: хотел повысить точность операций и сделать астрольбию достойной высокого заказчика. Заказчик поименован в надписи на инструменте: «По указанию его превосходительства Ага Канбара Али, могущественного служителя царствующего Хакана, для снискания его высокого покровительства, эта астрольбия изготовлена грешным рабом Мухаммадом Каримом». Коллеги из Тегерана помогли узнать, что этот высокопоставленный Ага Канбар Али был главным казначеем двора.

История каждого инструмента интересна сама по себе. Деревянная астрольбия была изготовлена в Иране в 1720 году, незадолго до того, как последнего сефевидского правителя Солтана Хусейна I смело афганское вторжение.

В Россию астрольбия попала как трофей после одной из русско-турецких войн конца XVIII — начала XIX века. Это могло произойти, например, когда в ходе морского сражения близ Афона в 1807 году был захвачен один из флагманских кораблей командующего флотом Османской империи Сейита Али.

Надписи на этой астрольбии выполнены на персидском (в основном) и арабском языках — вся поверхность покрыта вязью! Мастер подписал числовые значения не цифрами, а прописью. То есть там, где нам привычнее видеть, например, 21° 45', он написал словами: «двадцать один градус сорок пять минут». И так повсюду.

В астрономическом отношении самый интересный элемент астрольбии — её паук, ажурная решётка на лицевой стороне. Она, как и положено, изготовлена из латуни. Среди листьев диковинных растений здесь скрываются, сами похожие на листья, указатели звёзд. Автор насчитал 22 звезды из числа наиболее ярких.



Астролябия [Петра Первого](#).

Эта астролябия помогла отгадать давнишнюю загадку — установить значение распространённой в Средние века восточной единицы длины [фарсаха](#) (фарсанга). Прежде его пытались выразить через «естественные» величины. Например, расстояние, на котором можно разглядеть силуэт верблюда в пустыне — около шести километров. Понятно, что индивидуальные свойства зрения делают это определение слишком неточным. Согласно другим источникам, звуки барабана в пустыне слышны за один фарсах. Или же фарсах — это расстояние, которое может на полной скорости проскакать

всадник, не загнав лошадь. Значения колебались от 5,7 до 9,4 км. Большая деревянная астролябия внесла ясность в этот вопрос.

Дело в том, что неперенным элементом восточных астролябий была таблица городов со значениями их координат. Таблица наносилась на доньшко корпуса, так что увидеть её можно лишь разобрав астролябию, что и было сделано.

На дне корпуса обнаружили координаты в общей сложности 94 городов. Для каждого из них даны название, широта, долгота, азимут направления на Мек-

ку, так называемая кибла. Отдельно указана сторона горизонта, где искать киблу. Пятый, самый ценный параметр, — это расстояние до Мекки, измеренное в фарсах вдоль тогдашних дорог и караванных путей. Наличие такого параметра в астролябии — большая редкость.

Инструмент, похожий на наш, хранится в Британском музее в Лондоне. Его данные были прочитаны ещё полтора века назад. Однако до сих пор никто не догадался проделать такое простое действие — сравнить эти расстояния с современными, которые легко получить с помощью, например, интернет-сервиса Google maps.

Предположим, что современные дороги не особо сильно отклоняются от древних караванных путей. Если в каком-то направлении сильно, статистика это выявит. В итоге было установлено среднее значение фарсаха — 7,5 км со средним квадратическим отклонением 0,35 км, то есть всего 5%! Совсем неплохо, ведь исходные таблицы датируются XIV веком. Хотелось бы узнать, как удавалось в те времена так точно измерять расстояния.

## Радость Петра Первого

Нам лучше понятны инструменты, изготовленные в Европе: надписи на них чаще всего выполнены на латинском языке. Примером западной астролябии может служить инструмент, сделанный в 1614 году в Нюрнберге малоизвестным мастером Георгом Айершоттелем. Эта астролябия также хранится в Эрмитаже. В своё время ею пользовался юный царь Пётр.

Как писал российский историк Костомаров, Пётр услышал про астролябию от князя Якова Долгорукого и наказал ему привезти такой инструмент из-за границы. В 1688 году Долгорукий привёз из Франции астролябию, причём он нашёл «правильный» экземпляр — для широт 55 и 56 градусов.

Сохранились собственноручные записи Петра о том, как он учился работать с этим прибором: «Когда хочешь поло избрать (то есть когда хочешь найти высоту полюса. — С. М.) и когда будешь делать и сколько градусов... Солнце покажет на астролябиум, записать, потом взять того дня деклинацию (склонение Солнца. — С. М.) и вынять (вычсть. — С. М.) оною ис того числа, что Солнце покажет... и достальное, которое осталось за выемкою, вынять из 90, и что останется по тому месту, столько и градусоф широты. Деклинацию зимой убавить и летом прибавить».

Мастер изготавливал эту астролябию по книге, изданной в том же Нюрнберге годом раньше. Интересно, что в 1613 году координаты звёзд по-прежнему пересчитывали из каталога Птолемея, составленного в 137 году, то есть почти за полторы тысячи лет до написания книги. К значениям долгот звёзд автор просто прибавлял величину прецессионного сдвига, равную  $21^{\circ}37'$ . И это несмотря на то, что в 1604 году Галилей уже изобрёл телескоп, а датский астроном Тихо Браге ещё раньше, в 1598 году, составил высокоточный каталог звёзд!

## Путаница с названиями

Так уж случилось, что в России под именем «астролябия» более двух столетий, с XVIII до начала XX века, был известен другой инструмент. Дело в том, что по инициативе Петра в Россию был завезён геодезический прибор, имевший одно назначение — измерять горизонтальные углы при съёмке местности. Работа предстояла огромная — составить карты беспредельной земли Русской. Инструментов для съёмки потребовались сотни, а позднее и тысячи.

Уже после смерти Петра их стали называть астролябиями. Под этим именем они и сохранились в наших музеях, хотя правильное их название — геодезические угломерные инструменты, предшественники теодолитов. Поэтому Ильф и Петров, вкладывая в уста Остапа Бендера фразу «Сама меряет, было бы что мерять», скорее всего, имели в виду геодезическую астролябию.

Настоящих же планиферных астролябий, поистине многофункциональных инструментов, в российских музеях сохранилось всего 14 экземпляров. Больше всего, девять, в Эрмитаже, три в Кунсткамере, один в Центральном военно-морском музее и один в Музее Востока (единственный в Москве).

Автору посчастливилось их все подержать в руках, и, надо сказать, ощущения это вызывает непередаваемые. Похоже на прикосновение к машине времени — неволь-

На обороте астролябии Петра Первого изображён мастер с циркулем и линейкой. Вокруг надпись на старонемецком языке, в вольном переводе означающая: «Высокое качество обеспечивается использованием линейки, пера и делительного циркуля».



но вызывает мысли о мастерах, создавших эти шедевры, об именитых людях, владевших ими на протяжении веков. И ещё удивление: насколько сложные, с большим набором функций, инструменты умели делать в те далёкие времена.

Одну из астролябий, из Музея Востока, мы описывали вместе с экспертом индийского происхождения Раджой Сармой. Он всю жизнь исследует научные инструменты из одного только города Лахор (Индия), где несколько веков существовала династия мастеров. Наше с Сармой развёрнутое, 24-страничное, описание московской астролябии оставило ряд вопросов без ответа. В этом приборе обнаружили элементы, которые ещё никто не описывал.

## Искусство, аукционы и кражи

Сейчас многие музеи мира доступны в режиме онлайн. Так, самая крупная коллекция астролябий находится в оксфордском Музее науки. 136 инструментов, каждый из которых подробно описан, есть снимки всех элементов. Не хватает только... размеров. То ли это крупный промах составителей каталога, то ли сделано намеренно.

Недавно сбором древних артефактов озаботились богатые арабские страны. В 2008 году был построен Музей исламского искусства в Дохе, столице небольшой, но процветающей нефтяной страны — Катара. Арабские шейхи не жадничали: пригласили лучших архитекторов, скупили на аукционах ценные собрания, в том числе коллекцию астролябий, которую много лет собирал американец Леонард Линтон. Сейчас в музее около 40 астролябий.

Сколько стоят древние инструменты, можно судить по результатам аукционов. Самая дорогая астролябия была продана на Christie's в 1995 году за 540,5 тысяч фунтов стерлингов (в нынешних ценах — 1 млн 300 тысяч

долларов). Это восьмигранный инструмент, изготовленный немецким мастером Хабермелем в конце XVI века. Миллион долларов — это совсем немного по сравнению, например, с произведениями живописи, которые иногда оцениваются в сотни миллионов долларов.

Это не совсем справедливо. Некоторые астролябии можно на полном основании отнести к произведениям искусства. Взять, например, немецкого мастера XVI века Иоганна Преториуса — гравюры на его астролябиях доведены до совершенства и завораживают деталями.

Как и картины, старинные инструменты привлекают похитителей. В 2004 году мир узнал об Андерсе Буриусе, главе отдела редких книг Королевской библиотеки Стокгольма, который долгое время крал и продавал особо ценные экземпляры. Делал он это профессионально — вычищал информацию о книгах из библиотечных каталогов. В 1999 году Буриус также похитил из Скокловского замка астролябию XVI века; позже она была оценена в 400 тысяч долларов. В 2004 году Буриус вынужден был признаться в хищениях, но не перенёс позора и покончил с собой.


Другая, далеко не новая проблема — это подделки, искусно изготовленные копии оригинальных инструментов. Та же астролябия из московского Музея Востока, созданная в 1587 году, является копией более древней астролябии мирзы Байсангура. Об этом, не таясь, поведал сам мастер.

Хуже, когда современная работа выдаётся за старую. По этой причине перед продажей раритетов аукционисты обращаются к экспертам. По астролябиям таких специалистов всего несколько человек в мире (автор ни в коей мере не причисляет себя к ним).

## Чего не может смартфон

Что даёт нам изучение астролябий и других научных инструментов прошлого? Например, позволяет оценить роль арабского Востока в мировой науке. На моей защите доктор физико-математических наук Юрий Рудой сказал: «В наше время, которое проходит под знаком столкновения цивилизаций, как было бы хорошо и актуально популяризировать такие работы, чтобы люди поняли, что европейская цивилизация очень многим обязана восточной, мусульманской. Это не противоположные миры, наоборот, они взаимно дополняют друг друга».

А ещё, на мой взгляд, изучение древних инструментов способствует укрощению гордыни. Мы до такой степени восхищаемся достижениями своего века, что начинаем считать время, в которое живём, исключительным. И вдруг узнаём, что две тысячи лет назад люди делали такие вещи, аналоги которых появились только сейчас. Так, современный смартфон, снабжённый GPS-навигатором, выполняет далеко не все функции астролябии. Нужно добавить как минимум дальномер и теодолит. И всё вместе это не будет таким компактным и изящным инструментом, как астролябия.

Поэтому, отринув гордыню, давайте просто представим, что будут думать об уровне сегодняшней науки учёные через сто или, страшно подумать, тысячу лет. Представили? Ужас! После этого начинаешь с гораздо большим уважением относиться к достижениям далёких предков. 



Автор с большой деревянной астролябией из Эрмитажа.



Морская астролыбия — это инструмент лишь с одной функцией измерения высот на море. Использовался в XV–XVII веках.

Дополнительную информацию можно найти на сайте автора, посвящённом исключительно астролыбиям: [www.astrolabes.ru](http://www.astrolabes.ru). Автор выражает признательность руководителям и сотрудникам Государственного Эрмитажа за возможность ознакомиться с этими инструментами. Отдельное спасибо профессору РУДН, доктору физико-математических наук Юрию Григорьевичу Рудому за энергичный посыл к написанию статьи.





○ **Стакан с широкой гранью**, внутренний нацвет из стекла «золотой рубин». Россия, середина XIX века.

**Проект «Атомы красоты»:**  
рубиновый цвет стеклу придают наночастицы золота

# История гранёного стакана

ФОТО: ЕВГЕНИЙ САМАРИН

■ АНДРЕЙ ДРОЗДОВ, МАКСИМ АНДРЕЕВ, ДМИТРИЙ КУЗНЕЦОВ  
(ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА)

**Продолжаем совместную с химфаком МГУ рубрику, посвящённую художественному стеклу. На этот раз объектом исследования стал гранёный стакан, сделанный больше полутора веков назад.**

**Это вам не посуда из современного кафе — несколько слоёв стекла, ионы марганца, наночастицы золота.**

Огранка изделий из стекла вошла в моду в XVIII веке. Её производили на горизонтальной «шайбе» при помощи кварцевого песка, смоченного водой. Зёрна песка выступали в роли абразива, снимающего верхний слой стекла.

Затем изделие подвергали более тонкой обработке на каменном колесе и полировали до блеска на деревянном круге. Особенно хорошо огранка смотрится на толстостенных изделиях из хрустального стекла, сильно преломляющего свет. Такое стекло стали делать на заводах Богемии в последней четверти XVII века.

Это и есть знаменитый богемский хрусталь, в состав которого не входил свинец. Для его создания использовали белый кварцевый песок, мел и поташ, который получали из берёзовой золы и тщательно очищали. В XIX веке в моду вошло многослойное цветное стекло, выполняемое в технике наклада, то есть наложения слоёв бесцветного и цветного стекла.

На фото стакан с прямой широкой гранью, сделанный в середине XIX века на каком-то из крупнейших частных предприятий того времени: или Дятковской фабрике в Орловской губернии, принадлежавшей Ивану Мальцову, или Никольско-Пестровском заводе Бахметевых в Пензенской губернии.

Основа стакана представляет собой стекло едва заметного сероватого оттенка. Рецепт стекла восходит к богемской: для варки брали песок, поташ, гашёную известь, селитру и пиролюзит. Низкое содержание натрия и фосфора свидетельствует об использовании тщательно очищенного поташа. Слабый сероватый оттенок объясняется наличием в стекле одновременно ионов железа (+3), которые неизбежно сопутствуют кварцевому песку, и ионов марганца (+3), специально вводимых в виде пиролюзита для обесцвечивания.

Внутренний слой стекла имеет толщину менее одного миллиметра. По составу он заметно отличается от основы более низким содержанием кальция и более высоким — натрия.

Розовый цвет этому стеклу, названному «золотой рубин», придают наночастицы золота. Общее содержание бла-

городного металла крайне мало — 0,0201 г в 100 г стекла, или 201 миллионная доля (ppm).

Мы изучили микроструктуру внутреннего рубинового наклада методом просвечивающей электронной микроскопии (исследование провёл кандидат химических наук Алексей Гаршев, факультет наук о материалах МГУ). Обнаружилось, что в стекле есть сферические наночастицы золота диаметром 30–40 нанометров, располагающиеся в 450–500 нанометрах друг от друга. Чёрно-белый снимок, который вы видите, получен с помощью потока электронов, отклонённых на большие углы: чем больше атомная масса, тем больше электронов отклоняется и тем ярче область. Поэтому наночастицы золота на фото выглядят наиболее светлыми.

Слабо заметный фиолетовый оттенок стеклу придают ионы марганца. Они дают необычный эффект: если посветить ультрафиолетовым фонариком, вы увидите ярко-зелёную флуоресценцию.

В нашем распоряжении оказались мелкие осколки стекла, что позволило применить очень точный метод — масс-спектрометрию с индуктивно связанной плазмой (ИСП МС). Анализ был выполнен в Институте проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов РАН доктором химических наук Василием Карандашевым.

Для сравнения: состав основы изучали на портативном рентгенофлуоресцентном анализаторе X-MET7500 (Oxford Instruments). Вообще, это очень удобный прибор: он позволяет исследовать объекты, не разрушая их. Но, увы, точность у него ниже. 🐾



## Состав стекла внутреннего рубинового наклада

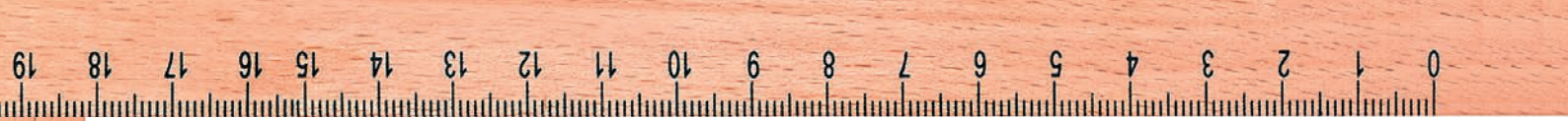
Состав, массовая доля (%)	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MgO	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	FeO	MnO <sub>2</sub>
ИСП МС	13,5	1,9	0,1	3,4	0,1	0,9	79,8*	0,1	<0,1	0,1

\* Содержание рассчитано по разности.

## Состав стекла основы

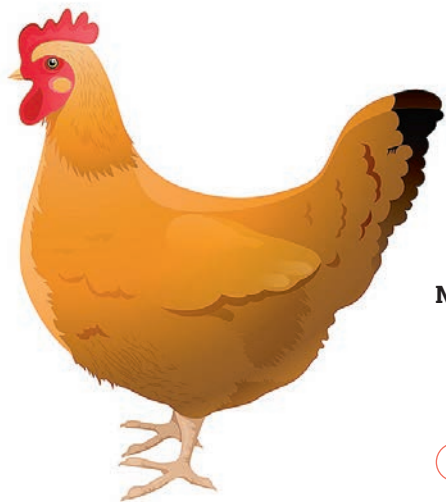
Состав, массовая доля (%)	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MgO	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	FeO	MnO <sub>2</sub>
ИСП МС	13,3	0,8	0,2	9,6	0,1	0,2	75,6*	0,2	<0,1	<0,1
XRF	14,4	3,5**		6,5	1,3	0,5	72,8	0,2	<0,1	<0,1

\*Содержание рассчитано по разности. \*\*Суммарное содержание оксидов вычислено по разности.

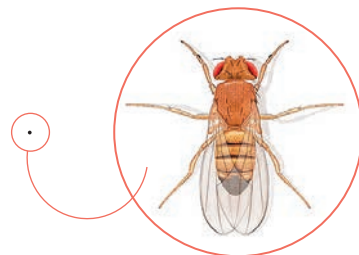


Мышь (Mus) < в **1,7** раза

Собака (Canis) < в **23** раза



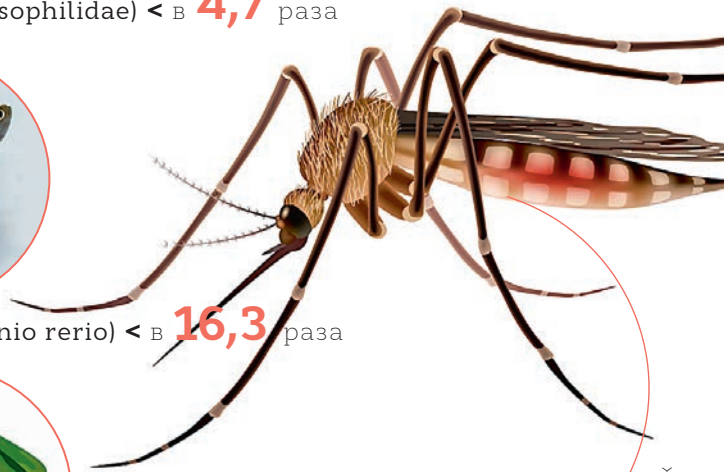
Курица (Gallus) < в **11** раз



Муха-дрозофила (Drosophilidae) < в **4,7** раза



Аквариумная рыбка (Zebrafish / Danio rerio) < в **16,3** раза



Комар (Culicidae) < в **25,6** раза



Кошка (Catus) < в **22,8** раза



Лягушка (Anura) < в **21** раз

ИЛЛЮСТРАЦИИ: SHUTTERSTOCK

# Громадная мышь и мизерный слон

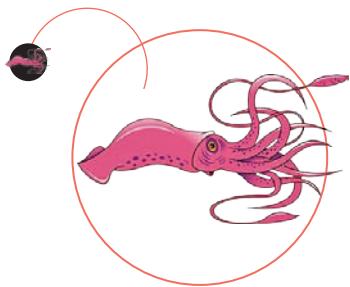
Какими нам представляются **животные** по научным статьям

■ АЛЁНА ЛЕСНЯК

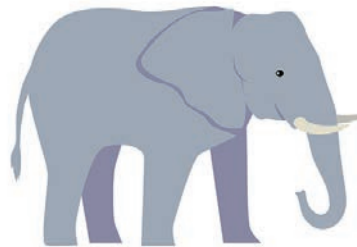
В привычном мире слон больше крысы, мыши или мухи... «Да, кэп!» — скажете вы. Но давайте представим, какими могут быть эти животные, если вместо массы, длины тела, высоты в холке и прочих скучных приземлённых параметров взять

за основу количество упоминаний в научных статьях. Навскидку можно спрогнозировать, что слон сдуется до размеров букашки, а крысы и мыши предстанут гигантами. Дабы подкрепить эти предположения надёжной эмпирической базой, «Кот Шрёдингера» с командой программистов **UTV** из МФТИ закопался в большие данные и на основе компьютерного анализа свыше девяти миллионов исследовательских публикаций выяснил, каких животных можно считать настоящими гигантами науки, а каких мизерными и неприметными аутсайдерами.

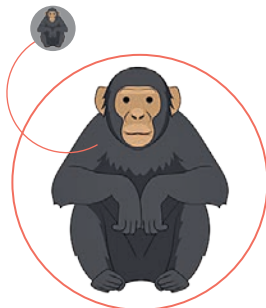
**UTV** — команда студентов Московского физико-технического института (МФТИ), создавшая сервис MeetArticles.me для поиска источников исследований, анализа и визуализации научных данных. Разработка основана на алгоритмах машинного обучения и технологии смыслового анализа неструктурированных текстов ABBYY Compeno. Этой весной ребята стали лауреатами всероссийского этапа конкурса Imagine Cup — 2017. А «Кот Шрёдингера», входивший в жюри состязания, присудил победу команде UTV ещё и в собственной спецноминации. С тех пор «Кот» и UTV стали друзьями и планируют вместе сделать много интересных и красивых публикаций.



Кальмар (Teuthida) < в **99,5** раза



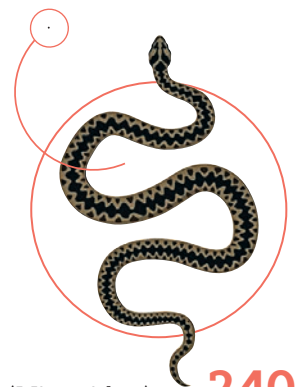
Слон (Elephantidae) < в **102,5** раза



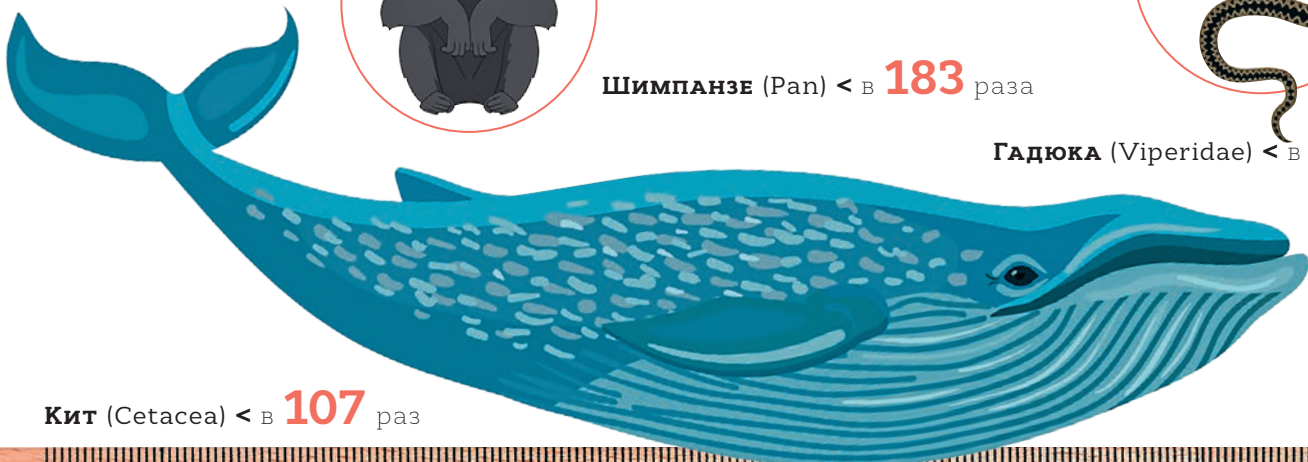
Шимпанзе (Pan) < в **183** раза



Медведь (Ursidae) < в **177** раз



Гадюка (Viperidae) < в **240** раз

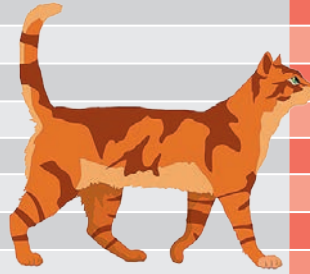


Кит (Cetacea) < в **107** раз



## Животные в порядке убывания популярности

Место в рейтинге	Животное	Кол-во упоминаний в научных статьях
1	Крыса ( <i>Rattus</i> )	234 937
2	Мышь ( <i>Mus</i> )	139 197
3	Муха-дрозофила ( <i>Drosophilidae</i> )	50 212
4	Курица ( <i>Gallus</i> )	21 279
5	Аквариумная рыбка ( <i>Zebrafish / Danio rerio</i> )	14 415
6	Лягушка ( <i>Anura</i> )	11 130
7	Кошка ( <i>Catus</i> )	10 280
8	Собака ( <i>Canis</i> )	10 224
9	Комар ( <i>Culicidae</i> )	9180
10	Кальмар ( <i>Teuthida</i> )	2360
11	Слон ( <i>Elephantidae</i> )	2292
12	Кит ( <i>Cetacea</i> )	2191
13	Медведь ( <i>Ursidae</i> )	1328
14	Шимпанзе ( <i>Pan</i> )	1285
15	Гадюка ( <i>Viperidae</i> )	978



Для сравнения мы выбрали 15 животных, о которых пишут учёные. Получилась вот такая компания: мышь, кальмар, крыса, шимпанзе, слон, дрозофила, кит, гадюка, комар, медведь, курица, лягушка, аквариумная рыбка, собака и, конечно же, кот... или кошка — кому как больше нравится.

Тут есть некоторое смещение таксономических категорий. К примеру, шимпанзе — это род животных, к которому относятся два вида; слоновые — это семейство, которое представлено двумя видами и несколькими подвидами; а вот аквариумная рыбка у нас именно вида *Zebrafish*. Почему? Это позволяет проанализировать данные без статистически значимой погрешности.

Проще говоря, слон — он ведь и в Африке, и в Индии слон, и серьёзных физиологических различий между этими двумя видами нет. Но попробуйте сравнить рыбку *Zebrafish* с какими-нибудь другими представителями семейства карповых — замучаетесь перечислять отличия и находить сходства.

Ещё в наш шорт-лист не вошли редкие виды животных вроде сумчатой мыши Свенсона, которая живёт только в Австралии. Наверняка биологи изучают и её (вообще, нам и не снилось такое разнообразие животных, которых они исследуют). Однако в сравнении с обычной лабораторной мышью сумчатая, пожалуй, оказалась бы в весовой категории бесплотных призраков.

Также мы не взяли в расчёт некоторых достаточно популярных в науке животных, например нематод или муравьёв. Это исключительно из соображений экономии места в журнале, а не для того, чтобы оскорбить чувства любителей червячков и муравьёв (о них мы ещё обязательно напишем).

Итак, когда список из 15 животных был составлен, ребята из UTV взялись за поиск данных. Их программа перебрала 9115 426 статей из авторитетных международных научных журналов (*Science*, *Nature*, *AIDS*, *Molecular Cell*, *Neuroscience*, *The Journal of Comparative Neurology*, *The Journal of Heredity*, *International Journal of Ecology & Development* и многих-многих других) за период

с 1900 по 2017 год и отобрала из этого массива 511 288 публикаций.

Животных мы искали в основном в статьях по биологии и медицине (молекулярной биологии, биофизике и биохимии, нейрофизиологии и нейрофизиологии, генетике, этологии, физиологии, экологии, иммунологии, паразитологии, токсикологии, эмбриологии, вирусологии) — это важное ограничение, ведь какой-нибудь кот мог бы пробраться и в область квантовой физики.

Дальше все подходящие по смыслу статьи были сгруппированы по количеству упоминаний каждого из 15 животных. Потом число упоминаний конвертировалось в размеры существа — и вот перед нами гигантская лабораторная мышь, которая в 60,7 раза больше слона, а рядом ещё более внушительная крыса, превосходящая хоботного в 102,5 раза.

## Во сколько раз крыса больше остальных животных

Крыса больше (>) ...	Во сколько раз?
Мыши	1,7
Дрозophilы	4,7
Курицы	11
Аквариумной рыбки	16,3
Лягушки	21
Кошки	22,8
Собаки	23
Комара	25,6
Кальмара	99,5
Слона	102,5
Кита	107
Медведя	177
Шимпанзе	183
Гадюки	240



# Взлёты и падения

О чём говорят кривые

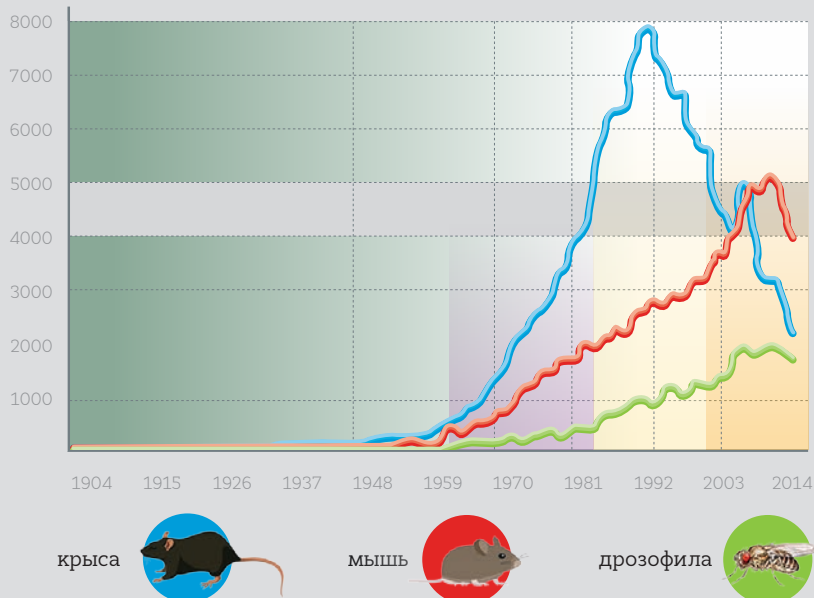
Графики иллюстрируют, как возросло и снижалось количество публикаций с упоминанием 15 отобранных нами животных за 116 лет (с 1900 по 2016 год). По этим взлётам и падениям кривых можно делать лишь общие выводы о развитии биомедицины.

**График 1:** с крысой, мышью и дрозофилой ситуация любопытная. Хотя в выборке из 15 животных крыса — однозначный лидер по количеству упоминаний в научных публикациях, в последние годы она начинает уступать место лабораторной мыши. И если провести такой же анализ лет через пять, мышь наверняка будет далеко впереди. В чём причина? Самое очевидное: мыши удобнее. На них, как и на крысах, можно моделировать аутизм, гипертонию, эпилепсию, диабет и прочие заболевания, но главное, пожалуй, в том, что для проведения фармакологических исследований мышам нужны гораздо меньшие дозы вещества. Ещё их проще содержать, да и размножаются они быстрее. Но в некоторых специфических экспериментах — например, по изучению влияния стресса или радиации на организм — крысы останутся вне конкуренции, так как они гораздо выносливее прочих грызунов. С дрозофилой всё просто: без работы не останется, всегда будет востребована у генетиков. Эта муха — идеал практичности: маленькая, быстро плодится, вдобавок около 60 % нарушений, встречающихся в её геноме, имеют сходство с генетическими проблемами человека, которые могут быть причиной онкологических заболеваний, диабета, болезни Альцгеймера. Также график показывает, что количество упоминаний крыс и мышей в последние годы немного снизилось. Возможно, потому что этих грызунов сейчас реже используют на начальных этапах доклинических испытаний, в исследованиях по выявлению молекулярно-генетической основы заболеваний, заменяя культурами клеток, искусственно выращенными тканями.

**График 2:** начавшийся в 1990-е резкий рост популярности аквариум-

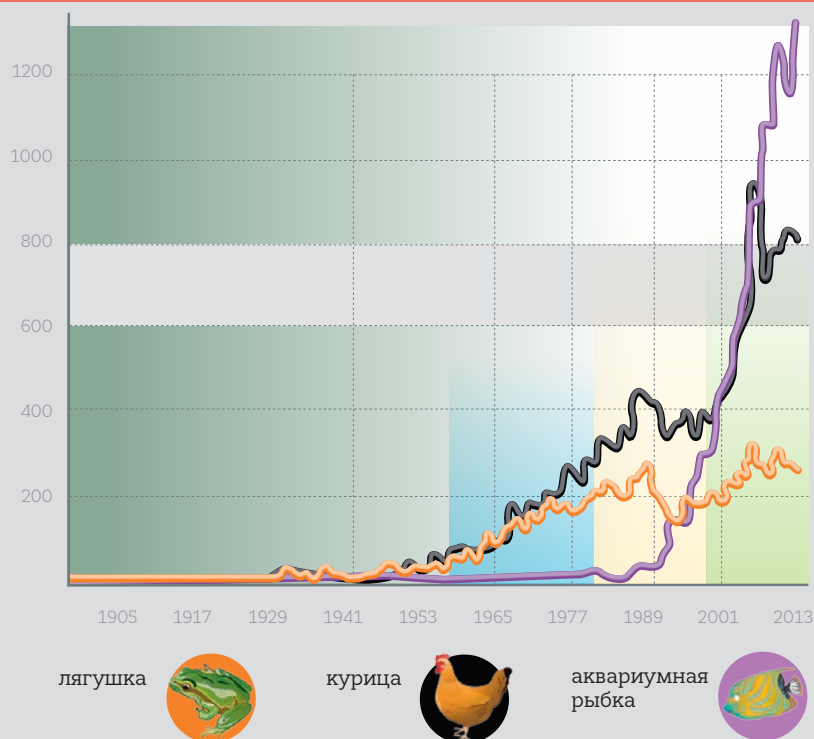
## Кумиры тысяч лабораторий

// ГРАФИК 1: КРЫСА, МЫШЬ, ДРОЗОФИЛА



## Любимцы многих научных групп

// ГРАФИК 2: КУРИЦА, АКВАРИУМНАЯ РЫБКА, ЛЯГУШКА



ной рыбки Zebrafish — ключевого модельного организма в биологии эмбрионального развития — говорит об увеличении числа исследований не только в этой специфической научной области. Примерно тогда же Zebrafish стали массово использовать в токсикологии, генетике, биохимии. Отчасти это связано с повышением статуса биоэтических норм, которые требуют по возможности заменять высокоорганизованных животных (обезьян, собак, кошек, крыс) менее развитыми организмами — аквариумными рыбками, насекомыми, микробами, а также культурами клеток или компьютерными моделями. Кроме того, Zebrafish маленькая, что позволяет держать много особей в небольших аквариумах; быстро размножается; её эмбрионы живучие, довольно крупные, прозрачные, что очень удобно для всевозможных манипуляций.

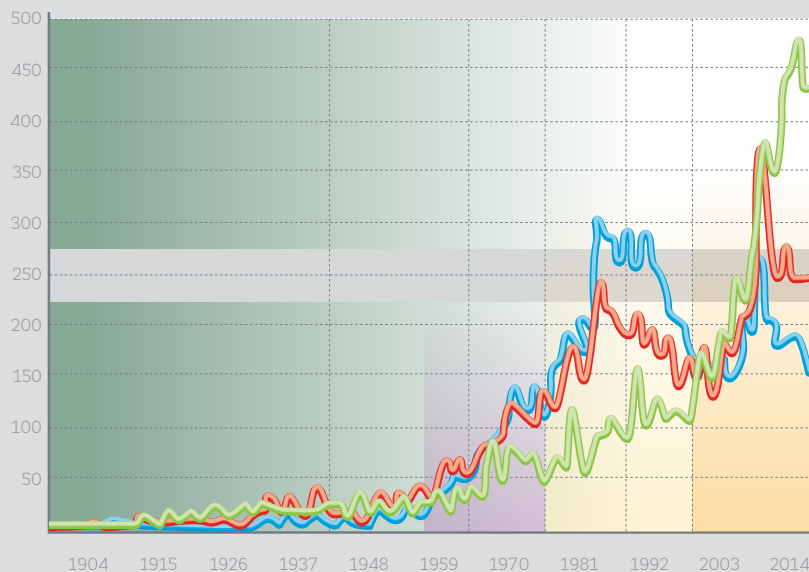
С курицами и лягушками, обозначенными на этом же графике, каких-то особых потрясений и скачков не наблюдается. Однако если перебрать статьи, в которых чаще всего появляются эти животные, можно отметить, что большая доля публикаций приходится на исследования в области генетики, которая на рубеже прошлого и нынешнего веков набирала обороты. Ещё из графика видно, что для генетиков курица всё-таки милее лягушки: скорее всего, на курином потомстве удобнее отслеживать разнообразие генетических мутаций.

Из **графика 3** видно, что исследования на кошках и собаках развиваются почти синхронно. В 1960–1980-е годы эти звери были популярны у физиологов, нейрофизиологов, генетиков, этологов. И, кроме того, принимали активное участие в экспериментах, связанных с полётами в космос. В 1990-е во многих странах были приняты законы, запрещающие проводить опыты в области физиологии и фармакологии на собаках и кошках. Поэтому в XXI веке большинство публикаций, в которых они появляются, посвящены изучению поведения.

С комаром ситуация очевидная: в конце прошлого века их активно изучали в связи с тропической малярией, а в последние годы — из-за крупнейшей вспышки лихорадки

### Представители мейнстрима

// ГРАФИК 3: КОШКА, СОБАКА, КОМАР



кошка



собака

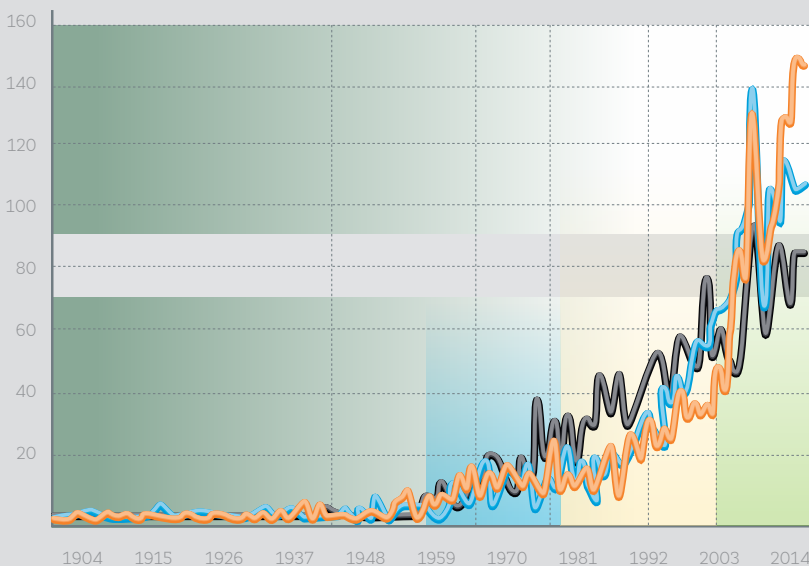


комар



### Знамениты в узких исследовательских кругах

// ГРАФИК 4: КАЛЬМАР, СЛОН, КИТ



кальмар



слон

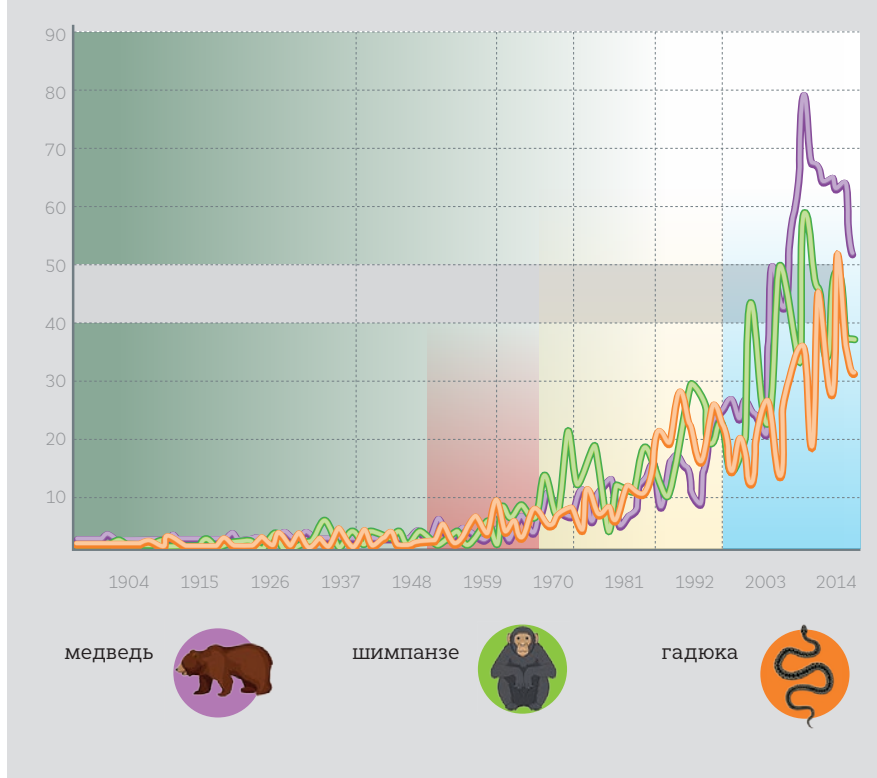


кит



## Звёзды научного андерграунда

// ГРАФИК 5: МЕДВЕДЬ, ШИМПАНЗЕ, ГАДЮКА



Зика, которая в 2015 году начала распространяться по странам Центральной и Южной Америки, а к 2016 году, по официальным данным, поразила жителей 33 государств.

Кальмар, слон и кит на [графике 4](#) — скучная компания. В авторитетных журналах о них пишут так мало, что заметить какие-то статистически значимые изменения просто нереально. Большинство статей, которые были найдены по этим животным, относятся к этологии и экологическим исследованиям. Всё-таки это не самые удобные организмы для лабораторных опытов: слишком крупные, да и для комфортной жизни им требуются специфические условия.

Хотя ткани кальмара и других моллюсков всё чаще востребованы в исследованиях токсичности веществ. Этические запреты таких опытов распространяются только на позвоночных животных.

**График 5** интересен не числом упоминаний животных (у этой троицы показатели ещё ниже, чем в предыдущем случае), а скорее составом: медведь, шимпанзе, гадюка. Гадюка — самое непопулярное существо

в нашем шорт-листе: она интересна лишь узким специалистам, изучающим биохимические свойства естественных токсинов. Медведи тоже аутсайдеры, прежде всего из-за своих габаритов и агрессивности — ими интересуются в основном этологи и горстка исследователей физиологии животных, впадающих в спячку.

А что же с шимпанзе? Казалось бы, идеальный модельный организм, схожий с человеческим... Первый, пусть не слишком выразительный, но всё-таки взлёт количества упоминаний шимпанзе приходится на 1960–1970-е годы. Обезьянами активно занимались физиологи, этологи; их использовали в экспериментах по имитации невесомости и других опытах, связанных с космосом. В рамках американской космической программы «Меркурий» (1961 год) два самца шимпанзе побывали за пределами Земли и успешно вернулись домой — это были первые шимпанзе-астронавты. Следующий пик интереса к приматам приходится на

1990-е годы. За несколько лет до этого впервые были описаны СПИД и ВИЧ — начались бурные исследования, в ходе которых учёные обнаружили, что у шимпанзе встречается аналогичный вирус иммунодефицита. В настоящее время западные страны отказываются от проведения на человекообразных обезьянах инвазивных опытов (связанных с операциями, введением в организм веществ или забором крови и тканей).

Переходя от частного к общему, можно сделать любопытное наблюдение: в 2008–2009 годах резко выросло число публикаций почти обо всех животных из нашей выборки (заметнее всего подскочили показатели собак с кошками — вероятно, в связи с тем, что в некоторых экспериментах их стали использовать вместо приматов). Точную причину назвать сложно, но возможна корреляция с общим увеличением количества исследований в период экономического подъёма 2002–2007 годов. Статьи по итогам этих исследований вышли как раз в разгар кризиса. 🐾

**“Если кто не заметил, габариты крысы на рисунке приближены к естественным. А остальные животные сжаты пропорционально количеству упоминаний в статьях относительно лидера. Иначе этот грызун-исполин с длинным голым хвостом не поместился бы и на всех вместе взятых полосах журнала. Горжусь своей проницательностью!”**





# Биомолекула

Научно-популярный сайт  
о современной биологии



## Научно-популярный конкурс

### Номинации

- Свободная тема по биологии
- Своя работа
- Биомедицина сегодня и завтра
- Наглядно о ненаглядном: нарисуй науку!
- «Места»: где работать в биологии?

«Биомедицину» судит  
известный биохимик Борис Животовский

### Призы

- Приз в каждой номинации: 30 тыс. руб
- Приз зрительских симпатий:  
большой чекап от «Инвитро»

### Партнеры конкурса

**INVITRO**

**АНО**  
АЛЬПИНА НОН-ФИКШН

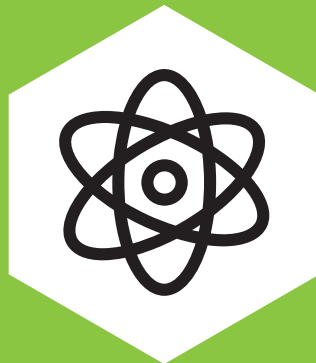
**Бластим**  
Работа в биотехе

**VISUAL SCIENCE**  
Visualization, Communication & Education

Прием работ до 1 октября 2017 года!

[biomolecula.ru/biomoltext/bio-mol-tekst-2017](http://biomolecula.ru/biomoltext/bio-mol-tekst-2017)

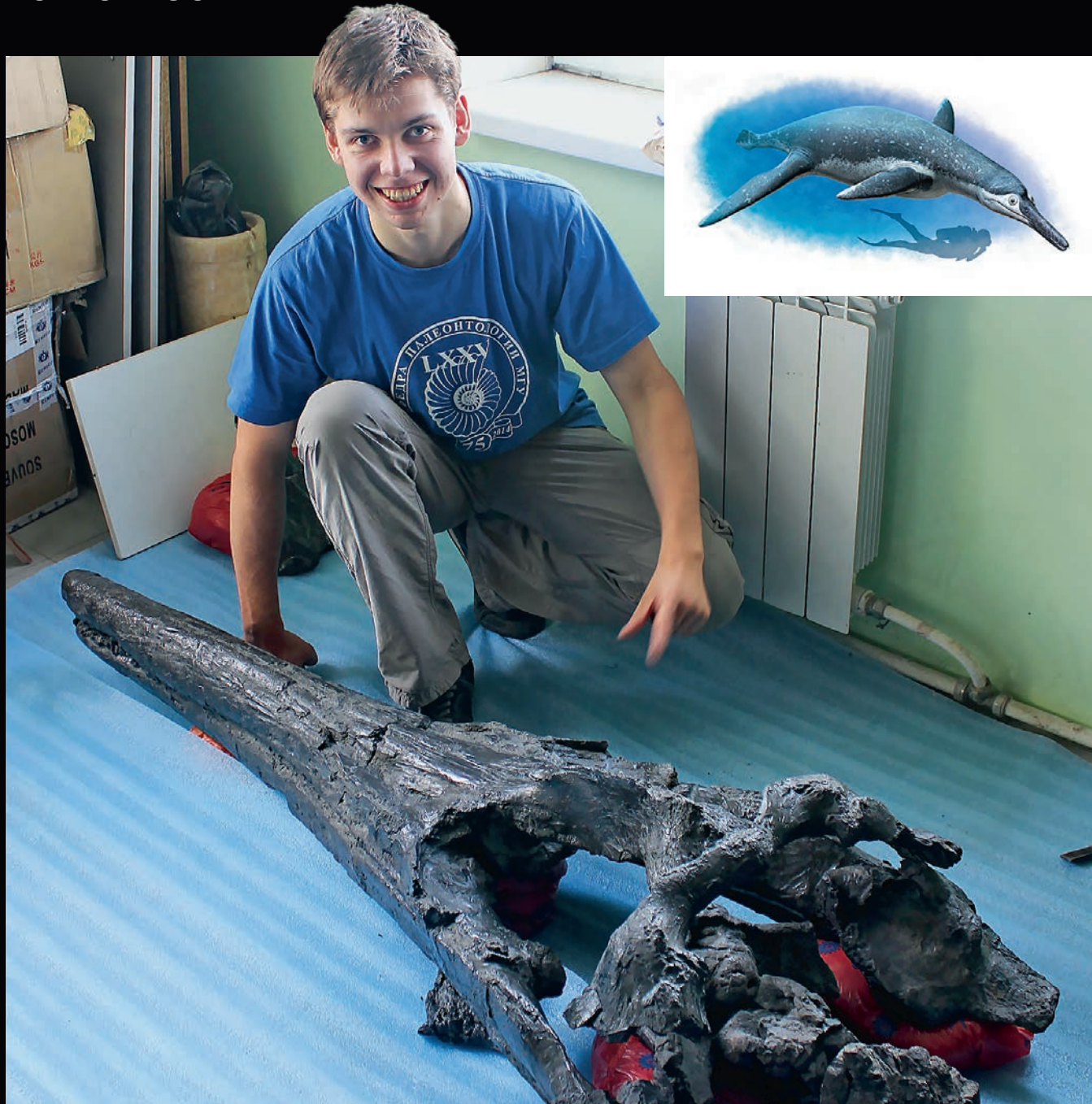




# ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

Вселенная  
Галактика  
Планета  
Материк  
Виды  
Органы  
Клетки  
Молекулы  
Атомы  
Частицы





## Новый плиозавр заполнил раннемеловой пробел

Международная группа учёных описала **новый род и вид ископаемой морской рептилии** — плиозавра, жившего 130 миллионов лет назад. Статья опубликована в журнале *Current Biology*.

«Нового плиозавра назвали *Luskhan itilensis*. Луус-хан в монгольских мифах — это предводитель духов воды, а Итиль — тюрко-монгольское название Волги. Скелет животного был обнаружен в отложениях мелового периода в 20 километрах к северу от Ульяновска», — рассказал Николай Зверьков, один из авторов работы, студент геологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова.

*Luskhan* обладал тонким и вытянутым черепом, а также относительно мелкими зубами. Это значит, что питался он не крупной добычей: рыбой и головоногими

моллюсками. В родовом древе плиозавров *Luskhan*, сочетавший примитивные признаки с продвинутыми, занял промежуточное положение между юрскими предками и позднемеловыми потомками. «Долгое время почти ничего не было известно о раннемеловых плиозаврах — это время принято называть “раннемеловым пробелом”. Однако находки последних лет позволили отчасти заполнить этот пробел», — подытожил Николай Зверьков.

В исследовании участвовали учёные из МГУ им. М. В. Ломоносова, Ульяновского государственного университета, Ульяновского областного краеведческого музея, Саратовского государственного технического университета, а также их коллеги из университетов и институтов США, Бельгии и Великобритании.

## Приспособ- ленный к ЭВОЛЮЦИИ



Как победить в великой  
игре жизни

■ АНДРЕЙ КОНСТАНТИНОВ

**М**ы с бананом родственники, хотя и дальние. Половина генов у нас одинаковая, унаследованная от общего предка. Родственников у меня вообще немало — среди них все известные организмы. С любым у меня найдутся общие гены. По их числу можно узнать, когда жил наш общий предок, ведь скорость накопления нейтральных мутаций, точечных изменений в генетической программе, примерно одна и та же; половые клетки каждого человека несут около сотни новых мутаций. Основанный на этой идее метод приближительной датировки называется «молекулярные часы».

Например, два случайно выбранных человека будут различаться в среднем на 0,1% ДНК (то есть одной «буквой» из тысячи) — такое положение «стрелки» молекулярных часов указывает, что общий предок людей жил около 200 тысяч лет назад. Различия между человеком и шимпанзе в десять раз больше, чуть более 1% (одна «буква» из каждых ста), — значит, наш общий с шимпанзе предок лазил по деревьям 5–7 миллионов лет назад.

У отряда приматов тоже есть общий предок, существовавший, согласно данным молекулярных часов, около 85 миллионов лет назад. Есть общий предок и у всех организмов вообще — знаменитый Лука (LUCA, Last universal common ancestor), живший 3,5–3,8 миллиарда лет назад.

Какое удивительное существо — великий прародитель, сумевший распространить свои гены по всей планете! Но, кстати, что в нём такого особенного? Что позволило ему выиграть в эволюционной гонке у сонма других микробов?

Мы знаем про Луку немного: судя по 355 генам, которые у него точно имелись (их вычислили, сравнивая общие гены всех живых существ), он был довольно заурядным организмом. Во всяком случае данных, указывающих на его выдающиеся качества, у нас нет, да и сравнивать не с кем: его современники не оставили потомства.


Но о некоторых победителях в эволюционной гонке, прародителях родов и семейств, классов и целых царств, ответственных за все разветвления на древе жизни, мы знаем больше. Есть ли какое-то качество, объединяющее победителей и дающее решающее преимущество на длинных промежутках этой гонки? Говорят, выживает самый приспособленный...

Дальнейшее — моё субъективное мнение, не претендующее на новизну, полноту и строгость (биологи, не кидайте в меня гнилыми *Solanum lycopersicum*). Я подумал, что самых известных прародителей объединяет не обилие сверхспособностей, а неказистый внешний вид. Например, предки млекопитающих — ну что могли противопоставить серые мышки блистательному, непобедимому тираннозавру? Или австралопитеки, от которых произошли люди: медленные, уязвимые, практически безоружные, да и размером мозга они от других человекообразных поначалу не отличались.

И это самые приспособленные? Скорее наоборот: наличие отсутствие изощрённых навыков адаптации, неспособность к узкой специализации. Те же австралопитеки только-только с деревьев слезли и просто не успели во всех деталях приспособиться к условиям жизни в саванне.

Получается, мы произошли от маловыдающихся существ? Нет, они были замечательными: предки землероек умели регулировать температуру тела, а наши предки — ходить на двух ногах. Просто эти способности направили их не по пути узкой специализации, а подготовили к широкому диапазону условий. Какой-нибудь тираннозавр был отлично приспособлен к среде юрского периода, его триумф длился десятки миллионов лет. Но рано или поздно условия жизни на планете неизбежно меняются, и все, кто был очень хорошо специализирован и адаптирован к конкретным условиям, оказываются не у дел. И выживает потомство не самого успешного, а самого гибкого, открытого для изменений, способного эволюционировать.

Родона начальниками новых таксонов действительно становятся самые приспособленные — но не к среде обитания, а к самой эволюции. Залог успешности бактерий, заселивших все возможные ниши, включая наш организм, в способности быстро изменяться. Именно поэтому любой антибиотик быстро теряет силу.

Мы, люди, тоже лучше других приспособлены к эволюции — настолько хорошо, что вышли за рамки эволюции биологической и перешли к эволюции технологий и культур. Уверен: современные тираннозавры погибнут, а будущее достанется тем, кто готов меняться вместе с миром. Хотите быть победителями в этой гонке — эволюционируйте! 



## Новый рекорд квантовой телепортации

// ФОТОНЫ УЗНАЛИ ДРУГ ДРУГА ЗА ТЫСЯЧУ КИЛОМЕТРОВ

Квантовая телепортация не имеет ничего общего с перемещением в пространстве каких-либо объектов или субъектов. Этот термин описывает передачу определённого квантового состояния от одной частицы к другой идентичной (от электрона к электрону или от фотона к фотону). В случае с электронами квантовым состоянием можно назвать положение спина (условно говоря, оси электрона), с фотонами — состояние оптической по-

ляризации (точные координаты, в которых колеблется именно эта частица света). Большие объёмы информации с помощью квантовой телепортации передать сложно, но она отлично подходит для шифрования каналов передачи данных — например, для радиосвязи. По сути, с фотона на фотон передаются ключи от защищённого радиоканала. Сломать такую защиту невозможно, ведь как только кто-то меняет состояние первого

фотона, его связь с частицей-напарником разрушается, — по сути, ключ перестаёт подходить к замочной скважине. Специалисты по квантовой связи и шифрованию уже несколько лет пытаются увеличить дальность квантовой телепортации. В сентябре 2015-го американским учёным удалось передать состояние одного фотона другому по оптоволокну чуть дальше чем на 100 км. Но абсолютный рекорд поставили сотрудники Ки-

тайской академии наук, которые прошлым летом запустили в космос **первый в мире квантовый спутник «Мо-цзы»**. В ходе эксперимента мощный источник фотонов и механизм рассеивания света, установленный на спутнике, создавали множество запутанных пар фотонов — со скоростью около шести миллионов пар в секунду. Затем эти пары разлучали и в хаотичном порядке отправляли фотоны на наземные обсерватории в Али, Дэлинхе и Лицзяне. Между ними тут же происходил обмен квантовыми состояниями. На миллионы холостых попыток были единицы удачных. Зато одно из этих событий стало новым рекордом: **успешная квантовая телепортация** была зафиксирована между обсерваториями в Дэлинхе и Лицзяне, которые находятся **на расстоянии 1203 км**. **Источник** Juan Yin, Yuan Cao et al. — *Satellite-based entanglement distribution over 1200 kilometers* // *Science*. 2017. Vol. 356. Issue 6343. P. 1140–1144.



## Древнейший шампиньон

// НАЙДЕН ИСКОПАЕМЫЙ ГРИБ ВОЗРАСТОМ 115 МЛН ЛЕТ

В раннем меловом периоде мезозойской эры, когда суша была разделена лишь на два суперконтинента — Гондвану и Лавразию — и по этим землям бродили динозавры самых разных размеров и нравов, на

нашей планете уже существовали грибы, почти не отличавшиеся от грибов современных. Впервые плодовые тела мезозойских грибов, заключённые в фрагментах янтаря, были найдены в конце 2016 года на территории современной Мьянмы. Росли эти грибы примерно 99 млн лет назад и по строению походили на современные агариковые, к которым относится большинство съедобных грибов. Но последняя находка палеонтологов из Университета Иллинойса оказалась куда интереснее. Они наткнулись на **слепок гриба в известняках** раннемеловой формации Крато в бассейне Арарипе (северо-восток Бразилии). Изучив образец под электронным микроскопом, учёные выяснили, что минерализовался гриб примерно **115 млн лет назад**. По строению он тоже напоминал агариковые, а очертаниями походил на шампиньон. Назвали его **Gondwanagaricites Magnificus**. Руководитель исследования Сэм Хэдс отметил, что это «единственный известный науке гриб, который подвергся минерализации». Прежде эти хрупкие организмы находили только в виде инклюзии в янтаре. **Источник** Sam W. Heads, Andrew N. Miller et al. — *The oldest fossil mushroom* // *PLoS ONE*. Published online June 7, 2017.

# Дипломатичный иммунитет эмбриона



## // ЗАРОДЫШ БЕРЕЖЁТ МАТЕРИНСКИЕ КЛЕТКИ

Беременность полна загадок. Хотя мать и эмбрион в утробе — два разных организма, зародыш не отторгает вещества и клетки, которые поступают к нему через кровеносную систему от матери. Считалось, что его иммунная система находится в спящем режиме и запускается, только когда ребёнок появляется на свет. Недавно эту догадку опровергли исследователи из Сингапура.

Учёные наблюдали несколько десятков беременных женщин и заметили, что на 12-й неделе в организме эмбри-

она активизируются **дендритные клетки** — одни из ключевых участников иммунной системы. Эти клетки выполняют функцию захвата антигенов — чужеродных и потенциально опасных для организма веществ.

В организме взрослого дендритные клетки ловят антиген и размещают его фрагменты у себя на поверхности. В таком состоянии антиген становится заметен для Т-лимфоцитов, которые атакуют чужака и либо сразу уничтожают его, либо призывают на подмогу другие клетки: моноциты и макрофаги. Последние при встрече с антигеном синтезируют белок TNF (в российской литературе его часто называют фактором некроза опухоли), который провоцирует их на уничтожение инородных элементов.

В случае с эмбрионом всё происходит иначе. Захватившие антиген дендритные клетки зародыша вместо того, чтобы отдать его на растерзание Т-лимфоцитам, защищают его и **подавляют синтез TNF-белка**. В результате блокируется иммунный ответ, и чужеродные для зародыша вещества продолжают спокойно путешествовать по организму, не вызывая воспалительных процессов.

Как именно происходит подавление синтеза фактора некроза опухоли, пока неясно. Учёные продолжают исследования. Вполне возможно, объяснение этого механизма поможет справиться с проблемой отторжения тканей при пересадке органов.

**Источник** Naomi McGovern, Amanda Shin et al. — *Human fetal dendritic cells promote prenatal T-cell immune suppression through arginase-2* // Nature. Published online 14 June 2017.

# Мыши почувствовали вкус воды

## // ЗА ЕГО ВОСПРИЯТИЕ ОТВЕЧАЮТ РЕЦЕПТОРЫ КИСЛОГО

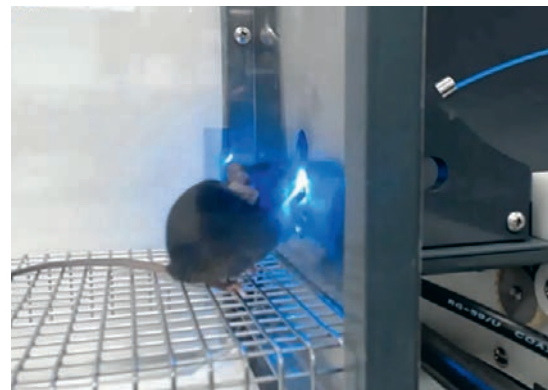
Некоторые насекомые отличают воду от других жидкостей благодаря особому механизму распознавания её вкуса. Это известно довольно давно. Млекопитающие в такой способности замечены не были — считалось, что вода для них безвкусна. Но биологи из Калифорнийского технологического института в этом усомнились и провели на мышах любопытный эксперимент.

Сначала проверили и установили, что у подопытных функционируют рецепторы всех пяти известных нам вкусов (солёный, сладкий, горький, кислый и умами — «вкус мяса»). Дальше мышей поили обычной водой и измеряли активность мозга — она показала, что даже в случае, казалось бы, безвкусной воды в мозгу животных возникает сигнал от рецепторов вкуса. Чтобы понять, какие именно рецепторы реагируют на воду, исследователи купировали их по

одному и методом перебора обнаружили, что реакцию дают нервные клетки, воспринимающие кислый вкус. Но этого биологам показалось недостаточно. Подтвердить результаты они решили следующим образом — вывели линию мышей, у которых активация рецепторов кислого вкуса запускалась оптогенетически: **свет определённой длины волны вызывал у грызунов ощущение кислого**.

В поилки вместо воды подвели оптоволокно с синим светом. Лампочка загоралась, когда мышь начинала лизать оптоволокно. Животные, которые испытывали сильную жажду, лизали источник света не останавливаясь. Те грызуны, что не очень хотели пить, периодически прикладывались к светящейся трубке и, обнаружив, что воды там нет, всё равно продолжали лакать свет.

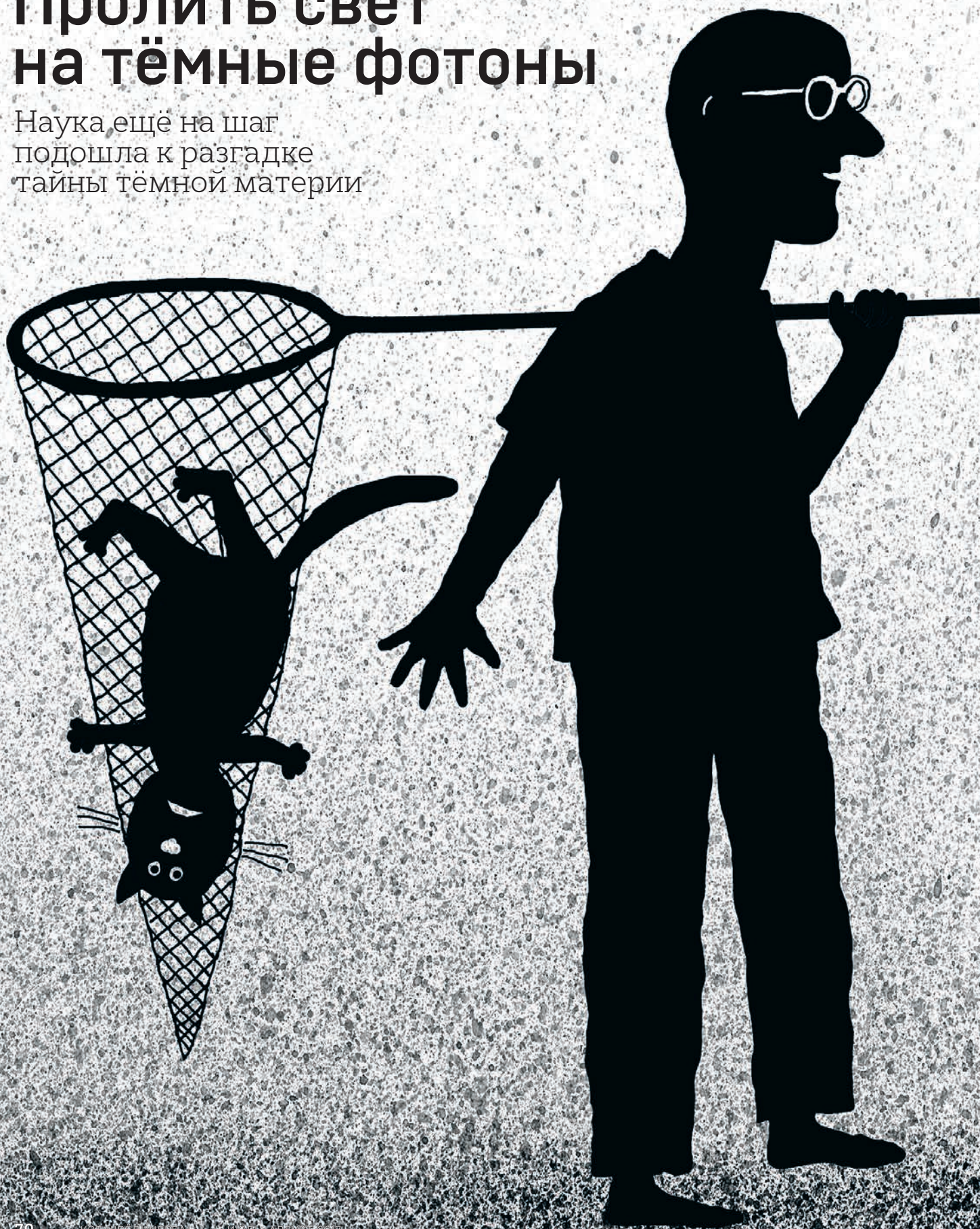
«Конечно, стимуляция этих рецепторов не облегчает жажду, она может создавать лишь временную иллюзию насыщения водой, — пишет в отчёте об исследовании руководитель научной группы Юки Око. — Это открытие поможет понять, как мозг интерпретирует сигналы о поступлении воды, когда мучает жажда и в нормальном состоянии. Как в обоих случаях мозг принимает решение, что воды достаточно».



**Источник** Dhruv Zocchi, Gunther Wennemuth & Yuki Oka. — *The cellular mechanism for water detection in the mammalian taste system* // Nature Neuroscience. Published online 29 May 2017.

# Пролить свет на тёмные фотоны

Наука ещё на шаг  
подошла к разгадке  
тайны тёмной материи





■ ГРИГОРИЙ ТАРАСЕВИЧ    ✎ ГЕОРГИЙ МУРЫШКИН

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

### Загадочная масса

Мир устроен очень несправедливо. Понятная нам материя составляет примерно 5% Вселенной. Всё остальное — нечто странное и тёмное.

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



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

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

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

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

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

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

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

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

## Зазеркальная Вселенная

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





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

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

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



**Игорь Кобзарёв** (1932–1991) — физик-теоретик, специалист по элементарным частицам и теории гравитации.

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

## Надежда на случайное столкновение

Можно долго строить теории и изучать процессы в далёком космосе. Но главным доказательством в физике всё-таки является контролируемый эксперимент. И есть вероятность, что тёмную материю удастся поймать в земных условиях.

Снова метафора. Московский дизайнер, конечно, может прочитать в деловом журнале статью о добыче нефти.



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

Вернёмся к физике.

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

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

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

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

### «Невидимый распад невидимой частицы»

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

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

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

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

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

## Кто участвует в эксперименте NA64

CERN (Европейская организация по ядерным исследованиям)

Институт ядерных исследований РАН (Москва)

Институт физики высоких энергий (Протвино)

Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН (Москва)

Объединённый институт ядерных исследований (Дубна)

НИИ ядерной физики им. Д. В. Скобельцына МГУ (Москва)

Группа учёных из Томска

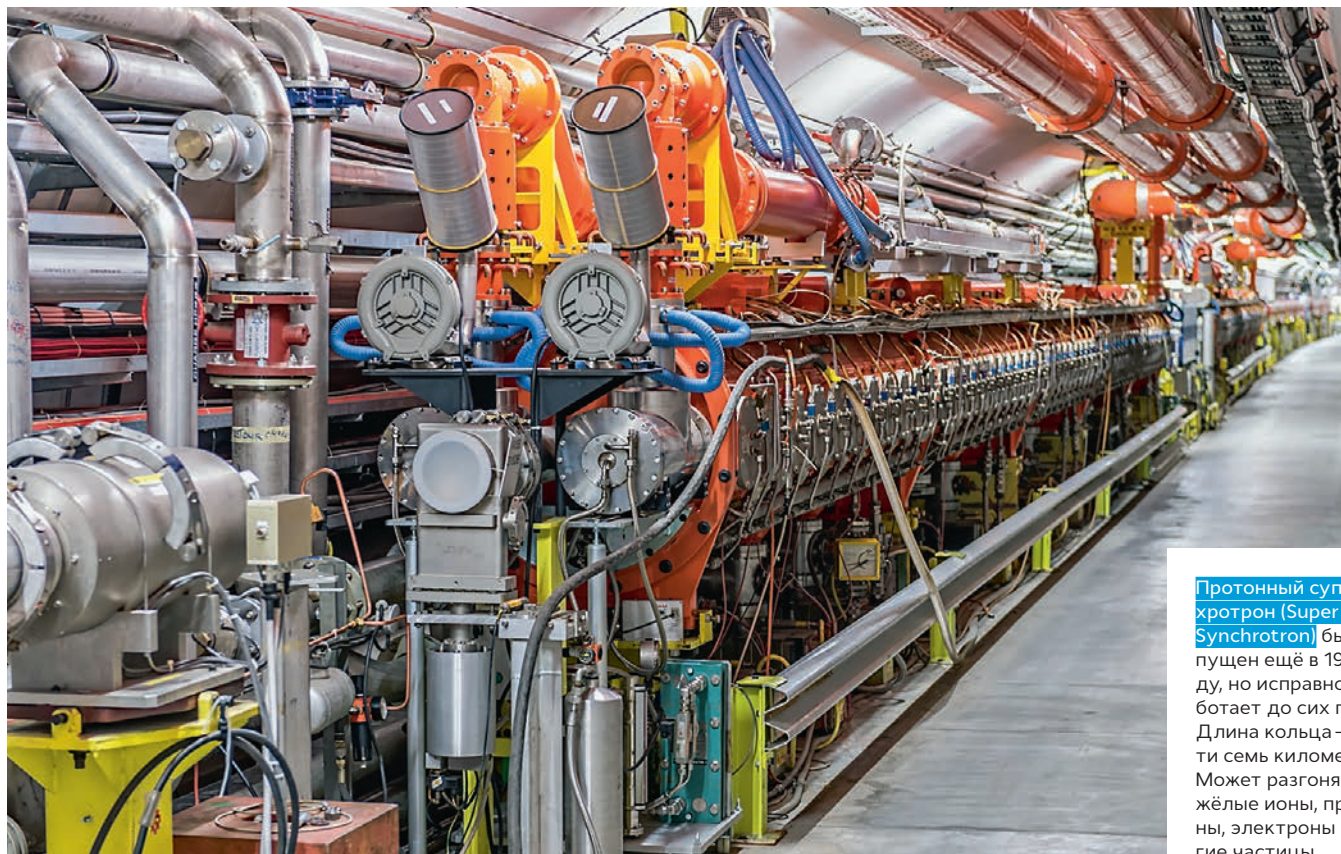
Университет Бонна (Германия)

Университет Патр (Греция)

Технический университет Федерико Санта-Мария (Чили)

Институт физики частиц (Швейцария)

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



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

**Электронвольт (эВ).**

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

Этот проект разработали учёные из Института ядерной физики РАН (Москва) и Института физики высоких энергий (Протвино). В марте 2016 года его одобрила Европейская организация по ядерным исследованиям — CERN (да, та самая, что построила Большой адронный коллайдер). Это довольно редкий случай, когда CERN включает в свою исследовательскую программу эксперимент, предложенный российскими учёными; за всю историю такое случилось всего несколько раз. Для поисков тёмного фотона был предоставлен ускоритель SPS.

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

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

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

Грубо говоря, если из закрытой системы часть энергии исчезает, значит, её похитил именно тёмный фотон. — Это называется beam-dump — герметичный экспери-

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

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

— Фактически мы только начали поиски тёмного фотона и других кандидатов на роль элементов тёмной материи, — уточняет Сергей Гниненко.

Полученные результаты позволили исключить массы частицы, при которых тёмный фотон искать не следу-



**Из чего состоит мир**

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

ФОТО: NASA/ESA/HUBBLE

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

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

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

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

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

Поиски тёмных фотонов чем-то напоминают историю с нейтрино. Разговоры о некоей недостающей частице шли с начала XX века. Термин «нейтрино» появился в 1930-х (в переводе с итальянского означает «нейтрончик»). А экспериментально зафиксировать частицу удалось лишь в середине века.

Это было, конечно, большим событием. Но оно не идёт ни в какое сравнение с потенциальным обнаружением тёмных фотонов. Во-первых, нейтрино не выходит за рамки Стандартной модели и относится всё к тем же

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

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

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

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





**Лиза Рэндалл** — американский физик-теоретик, профессор Гарвардского университета. Специалист по космологии. Один из авторов модели Рэндалл — Сундрума, которая описывает мир как пятимерное пространство с искривлённой геометрией. В 2007 году журнал *Time* включил её в список «100 наиболее влиятельных людей года».

# Параллельная вселенная рядом

**Лиза Рэндалл:** «Да, тёмная жизнь вполне реальна, но я бы не стала держать пари, что она точно есть»

■ АЛЕСЯ КОНДРАШОВА

Хотя о тёмной материи говорят уже больше полувека, на русском языке не так много литературы, посвящённой этой загадочной субстанции. Поэтому советуем прочитать книгу Лизы Рэндалл «Тёмная материя и динозавры», переведённую издательством «Альпина нон-фикшн». Она немного прово-

кационна: фактически автор объявляет тёмную материю ключевым фактором развития космоса — от формирования галактик до вымирания динозавров. «Не будь тёмной материи в ранней Вселенной, сейчас некому было бы даже рассуждать о происходившем, не говоря уже о создании связной картины эволюции Вселенной. Без тёмной материи не было бы времени на формирование структуры, которую мы наблюдаем. Сгустки тёмной материи стали зародышами Млечного Пути, а также других галактик и скоплений галактик. Если бы не сформировались галактики, то не было бы ни звёзд, ни Солнечной системы, ни жизни в том виде, в каком мы её знаем», — уверяет она. Журналист «КШ» задал Лизе Рэндалл несколько вопросов.

**[КОТ ШРЁДИНГЕРА]** На ваш взгляд, что такое тёмная материя и где её можно обнаружить?

**[ЛИЗА РЭНДАЛЛ]** В целом мы прекрасно понимаем, что собой представляет тёмная материя. А встречается она прежде всего в звёздных скоплениях — там, где галактики. Концентрируется вблизи центра этих космических объектов. Кроме того, если наши последние расчёты верны, тёмная материя может проявляться и в малых масштабах. Например, в виде дисков наподобие тех, что мы уже обнаружили в Млечном Пути.

**[КШ]** Есть ли теории тёмной материи, которые, может быть, не совсем научны, но нравятся вам лично?

**[ЛР]** У меня и самой довольно много кандидатов на роль тёмной материи. Но все мои теории научны и могут быть проверены экспериментально. Люди часто присылают мне письма, в которых излагают весьма оригинальные гипотезы. К сожалению, пока все они неубедительны. Есть причина, по которой мы придерживаемся научного подхода: скорее всего, он сработает.

**[КШ]** В книге вы пишете о трёх возможных способах рождения Вселенной. Первый: она была всегда. Второй: она родилась в результате Большого взрыва. Третий: существует множество вселенных, и наша лишь одна из них. Вы также говорите, что, возможно, есть вселенные рядом с нами, но в других измерениях. Может быть, тёмная материя оттуда родом?

**[ЛР]** Тёмная материя действительно может находиться в другом измерении. Тем не менее экзотические идеи стоит изучать только после того, как будут вы-

черкнуты все классические теории. Есть много условий, при которых тёмная материя может существовать и без привлечения параллельных вселенных, — мы начнём с них.


**[КШ]** Но всё-таки, возможно ли, что где-то поблизости находятся иные миры? Другие формы жизни, может быть, другие люди или существа? Могут ли наши дома и города стоять рядом с городами из тёмной материи?

**[ЛР]** Да, такое возможно. Но эти другие, к сожалению, слишком слабо с нами взаимодействуют, только через гравитацию, поэтому мы не можем их обнаружить. Разные миры могут существовать в одно и то же время и не замечать друг друга. Да, тёмная жизнь вполне реальна, но я бы не стала держать пари, что она точно есть.

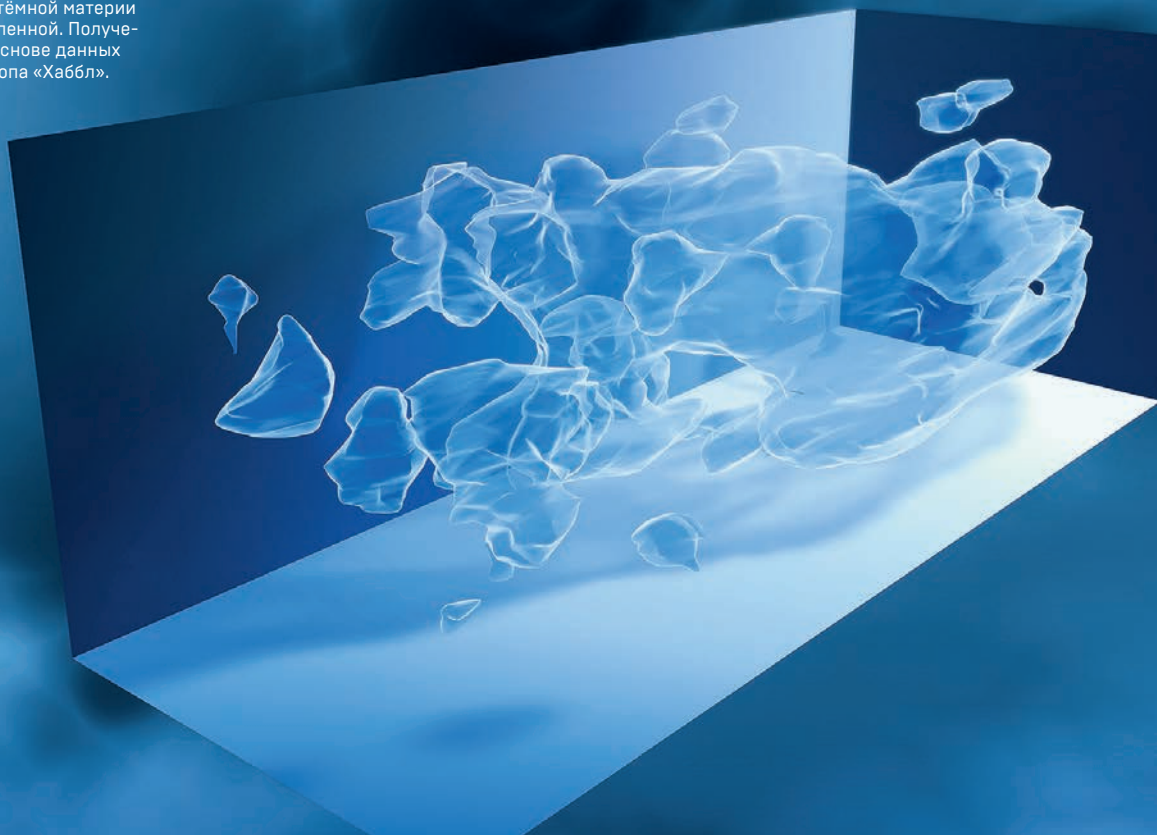
**[КШ]** Получится ли обнаружить тёмную материю в земных условиях?

**[ЛР]** Зависит от того, чем она окажется. Насколько плотно будет с нами взаимодействовать, хотя бы с помощью приборов; сможем ли мы её обнаружить. Кто знает...

**[КШ]** Когда люди смотрели на звёзды или изобретали первые оптические приборы, то не задумывались о космических кораблях и GPS. Можете пофантазировать немного и представить, какой будет жизнь, когда мы изучим тёмную материю и начнём использовать её в повседневной практике?

**[ЛР]** Это слишком сложно. Пока у нас лишь слабая надежда обнаружить её — до ежедневного использования в быту ещё так далеко! 

3D-модель распределения тёмной материи во Вселенной. Получена на основе данных телескопа «Хаббл».







Опасные тропические экспедиции и **новый взгляд на старые сборы**

# Гербарий: неизвестные виды

■ НИКИТА ЛАВРЕНОВ ■ ЦИФРОВОЙ ГЕРБАРИЙ МГУ

Каждо годно ботаники открывают около 2000 новых видов растений. Большая их часть приходится на тропические широты — биоразнообразие там огромно и до сих пор мало изучено. Однако порой неизвестные или неправильно определённые виды можно найти и в старых гербарных сборах. За последние пять лет учёные из МГУ описали 60 но-

вых видов — среди них и только что найденные, и давно хранящиеся в архивах гербария.

Гербарный экземпляр, по которому описали новый вид, называется типовым образцом, или типом. В рамках университетского проекта по формированию депозитария биологического материала «Ноев ковчег» учёные сканируют гербарные листы и создают электронную коллекцию типов. А мы рассказываем о них.



## «Незамеченный» сорняк *Dysphania neglecta*

// ГОРЫ В ПРОВИНЦИИ ДЖУМЛА, ЗОНА КАРНАЛИ, ЗАПАДНЫЙ НЕПАЛ

На тропические широты приходится больше половины мирового биоразнообразия. Исследовать тропики сложно: приходится прорубаться сквозь джунгли, подниматься высоко в горы.

— Экспедиции в горные районы Непала — всегда экстрим. Никогда не знаешь, вернёшься ли живым, — делится Александр Сухоруков, ведущий научный сотрудник кафедры высших растений биологического факультета МГУ, специалист по подсемейству маревых (Chenopodioideae). — Мы с коллегой были там в 2015 году. До нас горы Западного Непала ботаники

посещали лишь однажды — группа из Эдинбурга. Так что в этих местах можно найти много неизвестных науке растений.

На картинке один из новых видов, обнаруженных учёными из МГУ во время непальской экспедиции: *Dysphania neglecta* (второе слово в названии переводится с латыни как «незамеченный»). Он в несколько раз крупнее родственников, имеет густоопушённые побеги (на скане выглядят как размытие), много цветков. Растёт по обочинам дорог, словно сорняк — как ни странно, его сложно не заметить.



## Ландыши азиатских джунглей *Aspidistra phanluongii*

// ЛЕС МАДА В ПРОВИНЦИИ ДОНГНАЙ, ЮЖНЫЙ ВЬЕТНАМ

У хорошо нам знакомого ландыша (*Convallaria majalis*) есть два родных брата и больше 120 двоюродных — в тропических лесах Южной и Юго-Восточной Азии. Ботаники нашли их ещё в XIX веке и описали как род *Aspidistra*.

Определить, а тем более описать новый вид аспидистр — задача нелёгкая, ведь многие виды учёные различают лишь по цветкам. И если отыскать цветущее растение не удаётся, натуралисты выкапывают заинтересовавший их вид и проращивают в оранжерее, чтобы понаблюдать за цветением.

— Я не сразу понял, что нашёл новый вид, — рассказывает Николай Вислобоков, младший научный сотрудник кафедры высших растений биологического факультета МГУ, об открытии *Aspidistra phanluongii*. — Мне пришлось изучить всю литературу по этому роду, тщательно исследовать признаки найденного растения, сравнить их с признаками уже известных аспидистр. Собирая сведения о форме и размере околоцветника, цве-

те и структуре рыльца пестика, размере листьев, учёный нашёл множество противоречивых данных об опылении этих растений. Высказывались предположения, что опылять аспидистры тропических лесов могут мухи, муравьи, мелкие разноногие рачки, живущие в лесной подстилке. И даже слизи! Загадка не давала Вислобокову и его коллегам покоя. Ботаники позвали на помощь энтомологов, и те установили в тропическом лесу видеокамеры для круглосуточного наблюдения за цветками и их посетителями.

На записях с видеолушек учёные заметили, что чаще всех в цветки заходят мухи-горбатки и муравьи. Никаких слизняков и рачков заснять на месте опыления не удалось. Кандидатуру муравьёв как опылителей тоже отвергли: после посещения цветка они начинали чиститься, а нательные выделения сильно снижают жизнеспособность пыльцы.

Вот так, попутно с открытием новых видов, натуралисты разгадывают и другие маленькие тайны природы.



## Родственник репчатого лука *Allium kirilovii*

// ГОРНАЯ СИСТЕМА ТЯНЬ-ШАНЬ, ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ

У обычного репчатого лука (*Allium cepa*) немало родни. Например, чеснок ботаники тоже относят к роду *Allium*. А помните ароматную черемшу, которой летом торгуют бабушки? Это листья лука медвежьего (*Allium ursinum*). Всего в роде *Allium* около тысячи видов.

Образец, который вы видите, ботаники привезли с Тянь-Шаня ещё в 1930-е годы и определили как лук скаловый (*Allium saxatile*). Считалось, что этот вид широко распространён в горах Южной Европы, Кавказа, Урала и Алтая.

Когда Алексей Серёгин, ведущий научный сотрудник кафедры геоботаники биологического факультета МГУ, специалист по изучению рода *Allium*, рассматривал старые гербарные

сборы, этот образец показался ему подозрительным. Алексей вместе с коллегами исследовал строение растения, провёл молекулярно-генетический анализ — и подозрения подтвердились: образец оказался неизвестным науке видом. Причём лук скаловый, за который растение приняли изначально, приходится этому виду лишь дальним родственником.

В ботанике существует традиция называть виды в честь знаменитых естествоиспытателей. Посвящать открытое растение самому себе нельзя, хотя из этого правила, конечно, бывают исключения. Конкретно этот вид лука решили назвать *Allium kirilovii* (лук Кирилова) — в честь Ивана Кирилова (1821–1842), исследователя флоры Алтая и гор Центральной Азии. 🐾



# ИСКУССТВО НАУКА И СПОРТ

*Мы должны стремиться дотянуться  
до каждого, кому нужна наша помощь*



ОРГАНИЗАЦИЯ КУЛЬТУРНЫХ СОБЫТИЙ



ПРОВЕДЕНИЕ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ



ЗАБОТА О ДЕТЯХ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ



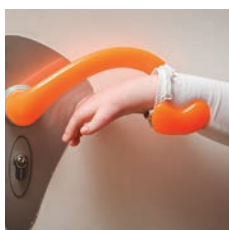
СОХРАНЕНИЕ И ПРИУМНОЖЕНИЕ СПОРТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИИ



СОЦИАЛЬНАЯ АДАПТАЦИЯ ДЕТЕЙ-СИРОТ



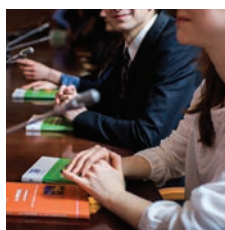
ПОДДЕРЖКА ТЕАТРОВ, МУЗЕЕВ, ТВОРЧЕСКИХ КОЛЛЕКТИВОВ



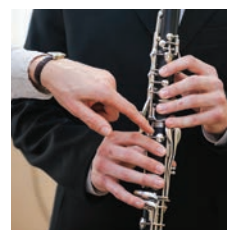
МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОБЪЕКТОВ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ



ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ МАССОВОГО СПОРТА И ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ



ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОГРАММ В ВУЗАХ



РАЗВИТИЕ МУЗЫКАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ



# homo sapiens

Психология  
Социология  
Экономика  
Педагогика  
Лингвистика  
История  
Антропология  
Медицина





## Ван Дейк и история детства

Продолжаем рассказывать о картинах, которые помогают учёным. На этот раз речь пойдёт о том, как воспринимали детство в разные эпохи. Тема непростая. Опрос не проведёшь, интервью не возьмёшь. К тому же из-за массовой детской смертности значимость человека в этом возрасте была очень низкая. Фактически такого понятия, как «детство», не существовало до конца Средневековья.

Французский исследователь Филипп Арьес, положивший начало системному изучению истории детства, писал в книге «Ребёнок и семейная жизнь при старом порядке»: «Искусство примерно до XII века не каса-

лось темы детства и не пыталось его изобразить. Трудно представить, что пробел этот вызван отсутствием опыта или художественного мастерства. Скорее, в том мире не было места для детства». Если ребёнок и появлялся на картине, то был просто уменьшенной копией абстрактного взрослого.

Перелом наступил только в XVII веке. Одна из первых работ, фиксирующих детство, — картина Антониса ван Дейка «Портрет пяти детей Карла I», написанная в 1637 году. Обратите внимание, особой одежды для маленьких мальчиков и девочек ещё не существовало: были только платья-распашонки для малышек и наряды для взрослых женщин и мужчин — маленьких размеров.

## О пользе розовых очков



■ СВЕТЛАНА СКАРЛОШ

Почему не так важно «реалистично» оценивать собственные возможности

Однажды в интернете мне попалась фраза: «Психотерапевт — это менеджер по связям с реальностью». Да-да, так и есть. Мы такие. А то, понимаешь, сидят пациенты годами в своих иллюзиях, развешивают на окружающих проекции, идеализируют всё подряд: от себя до устройства мира. Потом разочаровываются, вытесняют килограммами травматичный опыт, уходят в отрицание, как подсудимые в отказ. Мы же за реалистичность, аутентичность и всяческую адекватность. А кто нет?

Пациенты сами жалуются: «Вот, смотрела на мир через розовые очки: за границей хотела учиться, MBA получить, замуж выйти по любви за богатого и душевного мужчину, медовый месяц в Париже провести, и что в итоге? Съёмная квартира в Мытищах, подозрение на алкоголизм в начальной стадии и женатый плешивый любовник на сдачу. На что я гожусь? Зачем так жить?»

И погружается такая пациентка в длительную депрессию. По утрам просыпаться не хочет, в выходные из дома ни ногой. Не красится, не складывает диван. Ест только чипсы с пивом. Не знакомится ни с кем. Не смотрит учебные программы и не ищет дешёвые билеты в Париж. Плетётся, презируя себя, на постылую работу. И говорит на очередной консультации психотерапевту: «Шансов нет. От меня уже ничего не зависит. Я старалась, и то делала, и это, но, видимо... Не судьба». И чем дольше она так живёт, тем больше не судьба.

Американский психолог Мартин Селигман назвал бы это не депрессией, а выученной беспомощностью. Точнее, он считал, что механизм у депрессии и выученной беспомощности один и тот же. Селигман провёл серию известных экспериментов, в которых сперва у собак не было шансов избежать ударов током, но затем, когда шансы появились — вольеры открыли, и можно было убежать, — животные не делали никаких попыток спастись, а ложились на пол и скулили. С людьми было то же самое, только их не били током, а предлагали какое-то время решать заведомо нерешаемые задачи, приговаривая: «Ну что же вы? Это же так просто!» После чего испытуемые не могли справиться даже с самой простой задачей.

В другом эксперименте, к которому Селигман тоже имел отношение, двум группам (одна состояла из здо-

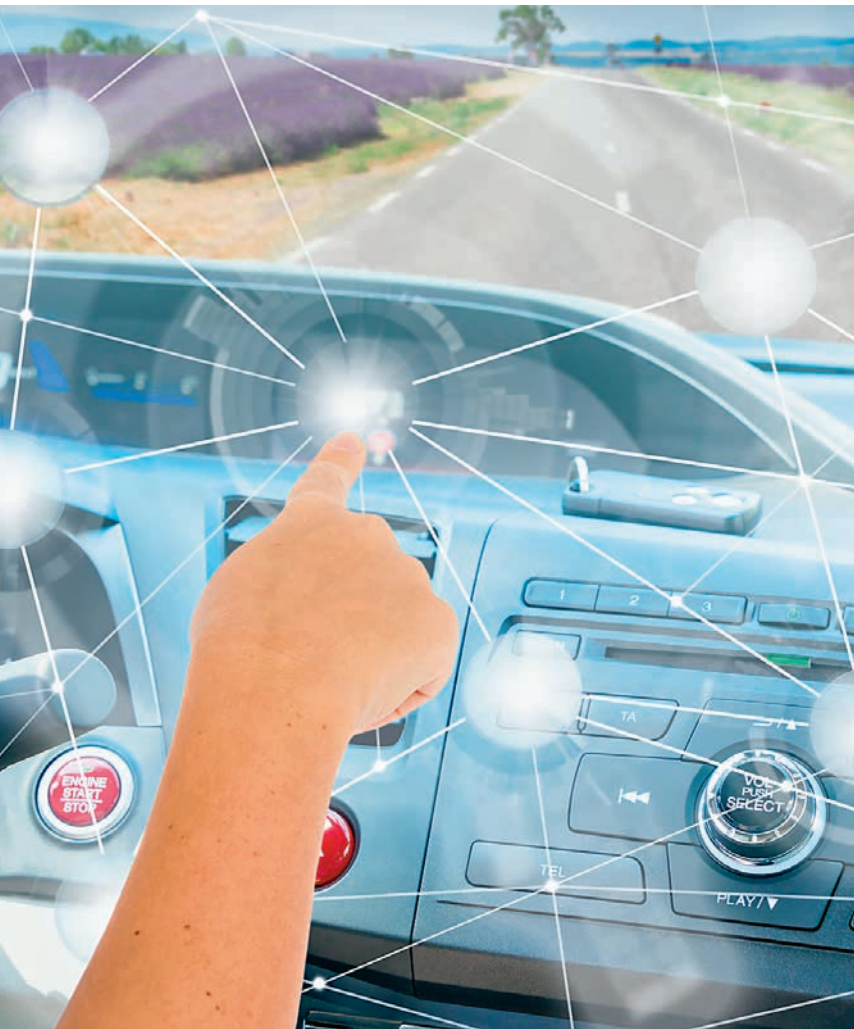
ровых людей, другая из больных депрессией) предложили выполнить ряд несложных заданий. С одним условием: экспериментаторы могли тайно вмешиваться, помогая или мешая участникам. А те после окончания эксперимента должны были оценить, в какой степени они контролировали процесс, а в какой от них ничего не зависело (судьба, так сказать). Предполагалось, что здоровые оценят свои возможности адекватно, а депрессивные их занижат. Результат изумил учёных: больные оценили своё влияние и возможности очень точно, а здоровые заметно переоценили собственный вклад в успех. Мартин Селигман даже заподозрил, что умеренная депрессия — это такое эволюционное приспособление психики, которое позволяет объективнее воспринимать реальность и освобождает от «розовых очков».

Но есть одна проблема. Наряду с иллюзиями депрессия блокирует активное поведение, снижает способность действовать, и лежит такой реалист на диване с трезвым и абсолютно бесполезным видением ситуации, пока фантазёры с завышенной самооценкой покупают по акции билеты в Париж и прямо в самолёте знакомятся с будущими половинками. Вот что об этом пишет психолог, доктор медицинских наук Вадим Ротенберг: «Неспособность к строго объективному восприятию реальности, оптимистический взгляд на вещи и на самого себя, завышенное представление о собственных возможностях и способности контролировать ситуацию — эти особенности присущи здоровому человеку потому, что позволяют ему активней бороться с трудностями и бросать миру вызов вопреки отсутствию твёрдых, гарантированных шансов на выигрыш».

Читатель справедливо заметит: а как же разочарование в случае неудачи? А если неудач будет несколько и под их гнётом человек заболит выученной беспомощностью, то есть, простите, депрессией? Бывает и такое. И Селигман, и Ротенберг пишут, что устойчивость к фрустрации у всех разная, зависит от самооценки и стиля интерпретации неудач. Но, претендуя на большее, человек всегда получает хоть что-то. Как говорится, «не догону, так согреюсь». А не претендуя ни на что — скорее всего, депрессию.

P.S. Не выбрасывайте совсем ваши розовые очки. Иногда они бывают кстати. 🐾





## Зачем водителю дополненная реальность?

// ИНФОРМАЦИЯ НА ЛОБОВОМ СТЕКЛЕ ДЕЛАЕТ ВОЖДЕНИЕ БЕЗОПАСНЕЕ

«Две секунды!» — страшают инструкторы по вождению начинающих водителей. «Если вы отвлеклись на две секунды, этого достаточно, чтобы попасть в аварию». Человек за рулём каждое мгновение обрабатывает немыслимое количество информации, замечает и реагирует на тысячи деталей. И всё-таки часто ошибается, даже если у него огромный опыт.

В современном цифровом мире способы восприятия и обработки информации меняются. Возможно, скоро водитель будет не просто управлять автомобилем, а ещё и «вступать в коммуникацию с интеллектуальной транспортной системой». То есть компьютер будет помогать в вождении.

Это напоминает технологию дополненной реальности. Интеллектуальная система будет анализировать ситуацию на дороге и выводить самую важную информацию на лобовое стекло. Компьютер распознает дорожные знаки раньше, чем человек заметил бы их невооружённым взглядом.

Кто исследовал С. Б. Ефремов (МГППУ).

Где опубликовано Современная зарубежная психология // 2017. Т. 6. № 1. С. 6–14.

## Как неблагополучные подростки реагируют на сложные ситуации?

// ИЗБЕГАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВМЕСТО РЕШЕНИЯ

Жить совсем без проблем не получается, но ведут себя в сложных ситуациях люди по-разному. Учёные выяснили, что уже с подросткового возраста можно различить стратегии совладания у относительно благополучных детей и тех, которые склонны к асоциальному поведению.

Так, обычные подростки в стрессовой ситуации реже утешались алкоголем и сигаретами, отвлекали себя от проблем с помощью телевизора или социальных сетей. В основном были настроены на конструктивное решение проблемы. Тогда как дети из не-

благополучных семей чаще избегали или отрицали проблему, «уходя» от реальности всеми доступными способами.

При этом именно в подростковом возрасте (15–18 лет) человек легко обучается новым способам совладания. А это значит, что проблемные дети могут приобрести другой опыт поведения в стрессовой ситуации, если окажутся в подходящем окружении.

Кто исследовал Е. Никитская (МПГУ), С. Маркова (МГППУ).

Где опубликовано *International Journal of Adolescence and Youth* // DOI: 10.1080/02673843.2013.868363.





## Почему время эгоистов уходит?

// АЛЬТРУИЗМ, ОСНОВАННЫЙ НА ИНДИВИДУАЛИСТИЧЕСКИХ ЦЕННОСТЯХ, МЕНЯЕТ ЗАПАДНОЕ ОБЩЕСТВО

Казалось бы, чем больше человек отрывается от коллектива и думает о себе, тем он эгоистичнее. На самом деле всё наоборот: в ходе экспериментального исследования учёные выяснили, что ориентированные на индивидуалистические ценности люди, как правило, альтруисты. Сытым и благополучным гражда-

нам не нужен авторитарный правитель и коллективная жизнь по расписанию. Они ценят свободу, независимость и в результате признают право на свободу и самовыражение других, а любого рода дискриминация и нарушение прав человека вызывают у них протест. Индивидуалисты вовсе не зациклены на персональном благе и готовы серьёзно

вкладываться в общественное благополучие и благотворительность, что является индикаторами альтруизма.

Кто исследовал К. Венцель (НИУ ВШЭ, С.-Петербург), Д. Кистлер, К. Тёни, (Университет Лозанны, Швейцария).

Где опубликовано Journal of Cross-Cultural Psychology // 2017. Т. 48. С. 461–489.

## Как заикание связано с перфекционизмом?

// ПРОБЛЕМЫ С РЕЧЬЮ ПРИВОДЯТ К ПАТОЛОГИЧЕСКОМУ СТРАХУ ОЦЕНКИ

Практически все люди время от времени сталкиваются со страхом оценки и впадают в перфекционизм — убеждают себя, что они должны всё делать идеально и никак иначе. Часто такой страх возникает, когда надо говорить на публике. Совсем уж критичным он становится, если есть проблемы с речью, даже небольшие. Психологи выяснили, что взрослые, страдающие заиканием, беспокоятся намного выше среднего

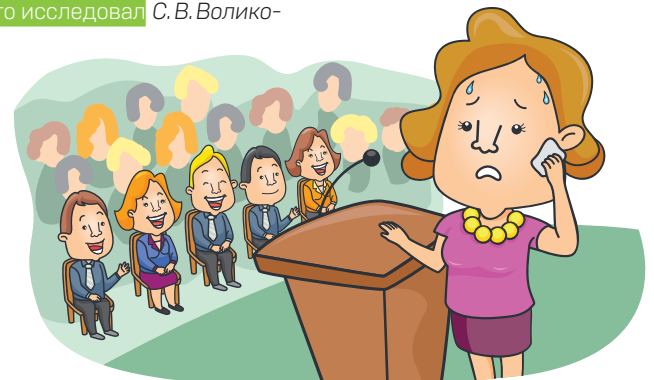
и очень боятся отрицательной оценки. Им свойственно ожидать завышенных требований со стороны других, остро реагировать на неудачи, преуменьшать или не замечать вовсе свои успехи.

Авторы исследования отмечают, что уровень перфекционизма у заикающихся почти такой же высокий, как у пациентов с тревожными расстройствами. То есть он не помогает справиться с задачей на высшем уровне, а приводит к дезадапта-

ции. По мнению исследователей, неуёмная тяга к совершенству — серьёзный повод для обращения к психотерапевту.

Кто исследовал С. В. Воликова, Е. Н. Горшкова (МГППУ).

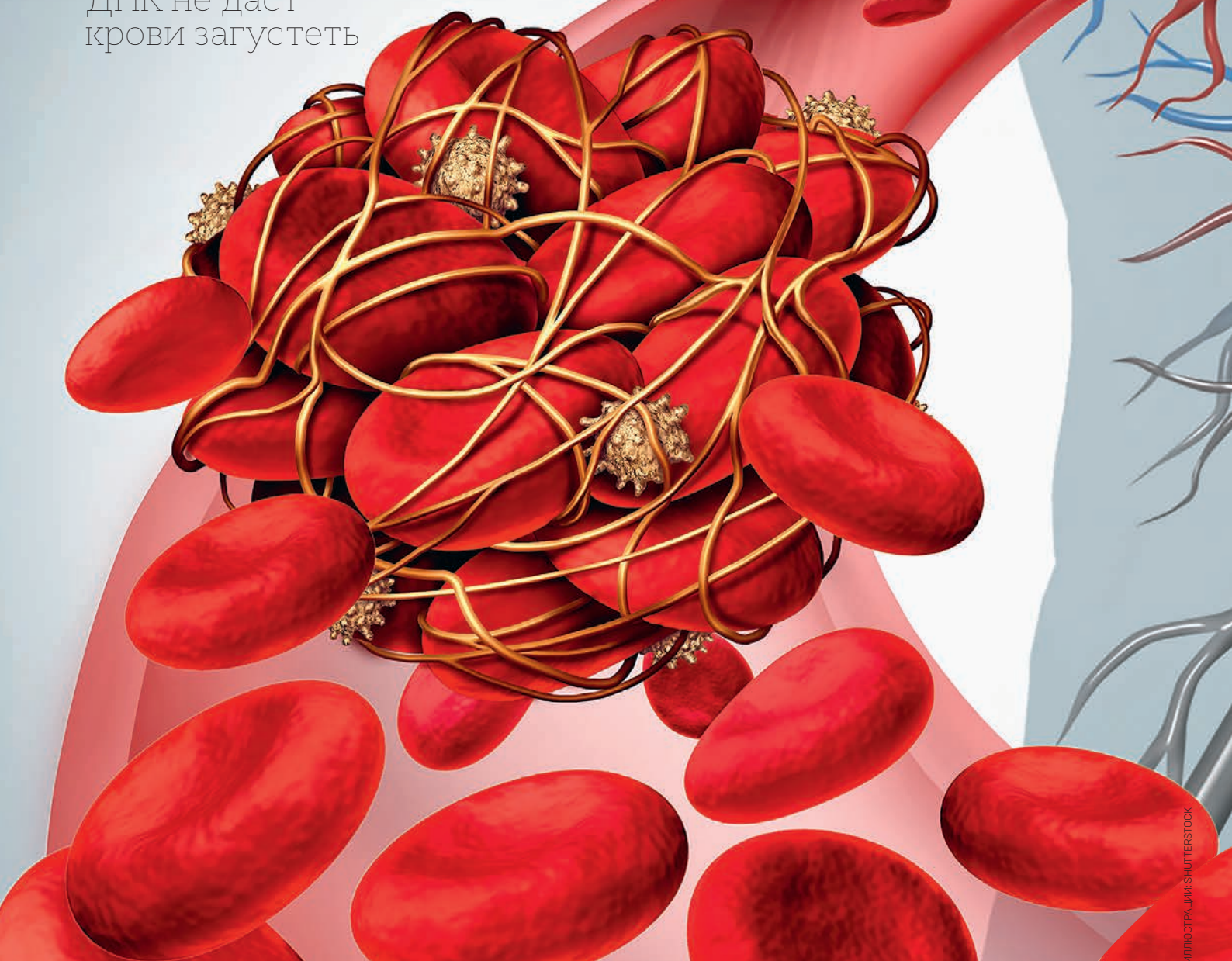
Где опубликовано Консультативная психология и психотерапия // 2017. Т. 25. № 1. С. 40–58.



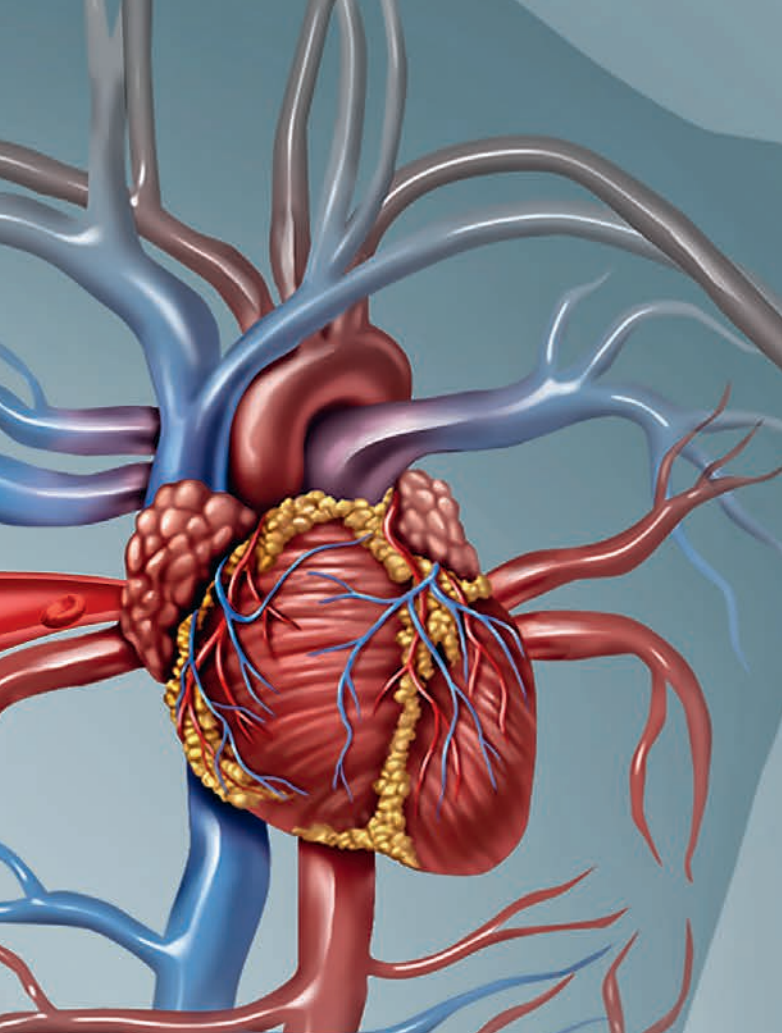
# Тамара, победитель тромба

**Разработка нового препарата:**

ДНК не даст  
крови загустеть



ИЛЛЮСТРАЦИИ: SHUTTERSTOCK



■ ГРИГОРИЙ ТАРАСЕВИЧ

**Т**олько не подумайте, что имя Тамара, которое вынесено в заголовок, принадлежит великому медику или биологу. Нет, «Тамарой» назвали новое лекарство, которое поможет бороться с тромбами. Препарат, разработанный химиками МГУ совместно с коллегами из Института биологии гена РАН, успешно прошёл доклинические испытания на мышах, кроликах и обезьянах.

## Пробка в сосуде

У нашей крови есть прекрасное свойство: при повреждении сосудов она начинает густеть, тромбоциты собираются вместе и закупоривают отверстие. Если бы не это, мы умирали бы от кровотечения при малейшей царапине. Спасибо матушке-эволюции, что создала такой защитный механизм!

Но за всё приходится платить. И в данном случае платой стало образование сгустков крови в местах, где им быть не положено. Например, **тромб** может появиться в глубокой вене ноги, причём такое случается с людьми, казалось бы, абсолютно здоровыми. Ощущения очень неприятные — как острая зубная боль, только в масштабах целой конечности. Дальше хуже. Тромб может оторваться, дойти до сердца или лёгких и вызвать соответственно инфаркт или пневмонию.

Тромбы могут образовываться и после операций. Организму кажется, что нужно срочно закупорить повреждённые сосуды, и он начинает сгущать кровь.

Вот, например, советский актёр Георгий Бурков (он играл в фильмах «Ирония судьбы», «О бедном гусаре за-

молвите слово», «Гараж», «Жестокий романс» и др.). В 1990 году режиссёр Эльдар Рязанов пригласил его на роль Президента в фильме «Небеса обетованные». Накануне съёмки Бурков сломал ногу. Врачи провели операцию, всё прошло успешно. Но в ноге образовался тромб, который оторвался и попал в лёгочную артерию. Актёр скончался...

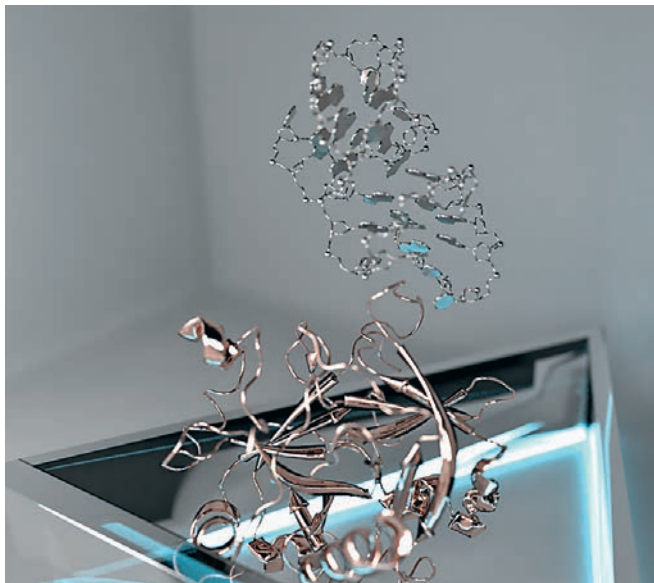
Спасают от тромбов лекарства-антикоагулянты. Самым древним из них является **гирудин** — вещество, которое содержится в слюнных железах пиявок. Сейчас в российских больницах чаще всего используют другое средство — **гепарин**. Оба препарата предотвращают свёртывание крови, подавляя действие тромбина. После нескольких десятков уколов сгусток, скорее всего, рассосётся, и свободное кровообращение будет восстановлено.

## Вылечить или убить





Увы, у лекарств-антикоагулянтов есть недостатки. Во-первых, они могут оказаться токсичными для организма. Например, в 2008 году пресса сообщала, что в США после приёма гепарина погибли как минимум 19 человек (по другим данным, 81) — вследствие острой аллергической реакции. Вроде бы это было связано с плохой очисткой вещества.

Вторая проблема — дозировка. Антикоагулянты легко могут превратиться в смертельный яд. Кровь перестает свёртываться, начинается внутреннее кровотечение. Собственно, ещё один антикоагулянт — варфарин — по совместительству используется как крысиный яд. А са-

**Мармозетка** — маленькая обезьяна семейства игрунковые. На её сородичах испытывали новый препарат в Институте полиомиелита и вирусных энцефалитов имени М. П. Чумакова. Не волнуйтесь: все зверьки остались живы.



### Кто разрабатывал лекарство

-  Кафедра химии природных соединений химического факультета МГУ
-  Факультет биоинженерии и биоинформатики МГУ
-  Институт биологии гена РАН
-  Общая площадка — ООО «Апто-Фарм»

мый известный чешский маньяк Петр Зеленка, работая в больнице, убивал своих жертв, вводя им ударную порцию гепарина.

«Каждый день мне кололи гепарин в живот. Однажды проснулся оттого, что в кровати мокро. Включил свет — оказывается, это кровь. Льётся из места укола, как из родника. Наверное, с дозой переборщили...» — рассказывает человек, переболевший тромбозом.

Превышение дозы может произойти случайно — из-за ошибки врача, медсестры или самого больного. И тогда под рукой должен быть очень эффективный антидот, который быстро устранил последствия.

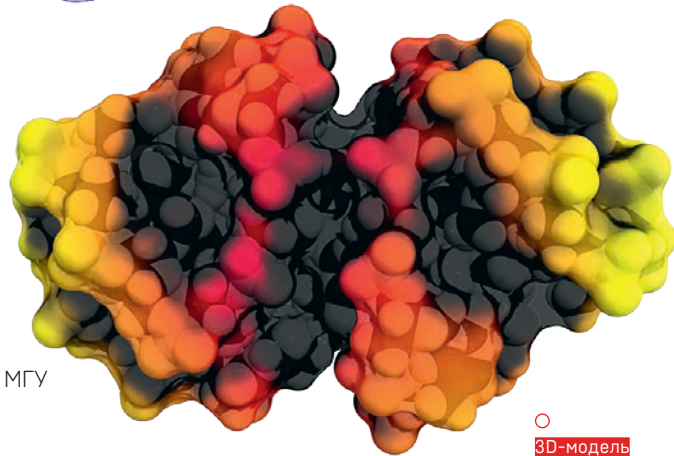
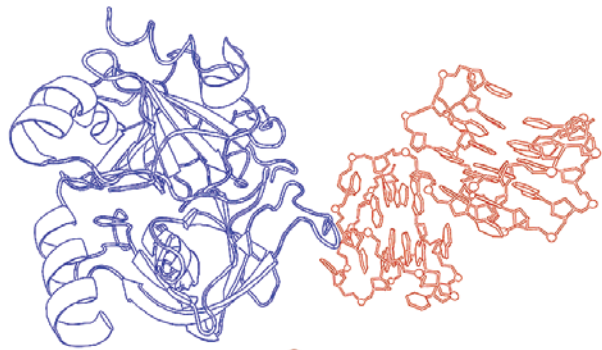
Во многих лабораториях мира сейчас ведутся работы по созданию новых средств против тромбов. Разрабатывает новый антикоагулянт и группа российских учёных из МГУ им. М.В. Ломоносова и Института биологии гена РАН. Основа их лекарства — **аптамер**, небольшая молекула ДНК.


**»»** Это короткая цепочка ДНК. Если наш геном состоит примерно из трёх миллиардов нуклеотидных оснований, то в случае с аптамерами речь идёт максимум о сотне.

### Они подходят друг другу

**А**ббревиатура ДНК вызывает у нас вполне однозначные ассоциации: гены, наследственность, «книга жизни» и так далее. Но возможности дезоксирибонуклеиновой кислоты этим не исчерпываются.

В 90-х годах XX века учёные выяснили, что трёхмерные структуры ДНК способны вступать в специфические взаимодействия с другими молекулами. Грубо говоря, клубок нитей ДНК выбирает определённый объект и буквально облепляет его или его часть, не трогая дру-



 3D-модель ДНК-аптамера.

гие вещества. Примерно такими же свойствами обладают и молекулы РНК.

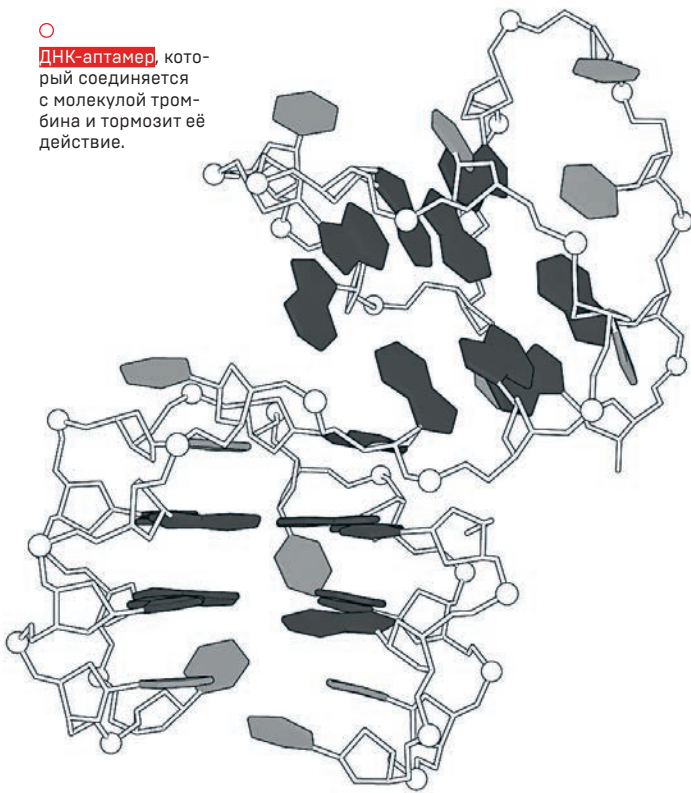
Так в науке появился термин «аптамеры» (от лат. aptus — подходящий). Мишенью аптамера могут быть и белки, и аминокислоты, и вирусные частицы, и целые клетки, и даже ткани организма. Очень удобная штука.

Напомним: молекула ДНК состоит из набора нуклеотидных оснований — это как буквы. Количество комбинаций нуклеотидов стремится к бесконечности, подобно числу текстов, которые мы можем создать, используя алфавит. Именно поэтому с помощью длинной цепочки ДНК удаётся записать все правила развития сложного организма.

Эта закономерность работает и с аптамерами. «Представьте себе раствор, содержащий смесь случайных последовательностей одноцепочечной ДНК. Если в него поместить молекулу-мишень, то, вероятно, среди разнообразия цепочек ДНК найдутся такие, которые присоединятся к определённому участку мишени, облепая его», — поясняет недавний обзор «Достижения геной и белковой инженерии» (Черенков И.А., Меньшиков И.В.).

На этом основан метод получения аптамеров, направленных на ту или иную мишень. Он называется SELEX — Systematic Evolution of Ligands by Exponential Enrichment. Действительно, очень похоже на естественную эволюцию. Берётся смесь коротких кусков ДНК, нарезанных случайным образом. В неё помещают молекулы или клетки — потенциальные объекты атаки (ну, или крепкой «дружбы»). После этого фрагменты ДНК, которые вступили в связь с мишенью, отделяют от тех, что остались свободными. Такой метод позволяет перебрать огромное количество вариантов нуклеотидных последовательностей — десятки триллионов.

○  
**ДНК-аптамер**, который соединяется с молекулой тромбина и тормозит её действие.



Аптамеры — одно из направлений фармацевтики будущего. Теоретически они способны сражаться с инфекциями не хуже антибиотиков. Или избирательно уничтожать раковые клетки. Ну а российские учёные решили применить их для борьбы с тромбами.

### Итак, она звалась Тамарой...

Профессор химфака МГУ Алексей Копылов начал заниматься аптамерами больше десяти лет назад. Тогда это слово мало кто знал, да и механизмы работы коротких цепочек ДНК или РНК были не очень понятны. Не так давно Копылов с коллегами создал вещество, которое блокирует образование тромбов.

— Наша группа разработала новый ДНК-аптамер, который связывает и ингибирует белок тромбин — ключевой фермент, отвечающий за свёртывание крови, — рассказывает участница проекта Елена Завьялова, кандидат химических наук, сотрудница кафедры химии природных соединений химфака МГУ.

Официальное название молекулы — RA-36, но учёные предпочитают именовать свою разработку «Тамарой» — навеяно словосочетанием «антитромботический аптамер».

Как утверждают разработчики, «Тамара» обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными антикоагулянтами. Она менее токсична и не вызывает аллергической реакции. Нуклеиновые кислоты быстро расщепляются в крови и легко утилизируются организмом. Кроме того, для них проще создать антидот (анти-аптамер), который мгновенно блокирует действие вещества, если вдруг превышена доза.

— В общем, сказка, а не препарат! — восклицает Галина Павлова, доктор биологических наук, заведующая лабораторией в Институте биологии гена РАН.

Но мало найти молекулу — нужно обеспечить синтез и очистку вещества. И тут выяснилось, что ни одна из нынешних лабораторий не подходит для производства аптамера, который обладал бы безопасной для человека степенью чистоты.

— Учёные стали искать спонсора, готового поддержать строительство подобного лабораторного комплекса, — продолжает Галина Павлова. — И он нашёлся. Проект взяла под крыло компания «ФармЭко». Это удивительно, но бизнес поверил учёным, и в рамках компании была основана маленькая фирма «Апто-Фарм». Закипела работа. Совместными усилиями наладили синтез, который позволил получать десятки граммов аптамера. Разработали уникальный способ очистки, дающий абсолютно нетоксичный препарат.

Следующая стадия — доклинические испытания, то есть проверка препарата на животных. Сначала учёные из Института биологии гена РАН проверяли аптамер «Тамара» на крысах и кроликах. Не токсичен ли? Как усваивается? Действительно ли борется с тромбами? Но этих животных было недостаточно.

— Приходилось учитывать крайне высокую специфичность аптамера именно к человеческому тромбину, — поясняет Галина Павлова. — Так в доклинические исследования попали маленькие обезьяны-мармозетки, чья биохимия гораздо ближе к нашей, чем у крыс или кроликов. На них и изучалась эффективность препарата. К чести исследователей следует заметить, что ни одна обезьянка не погибла.

Экспериментальное вещество с красивым именем «Тамара» могло бы уже превратиться в полноценный медицинский препарат «Тромбивеб». Но проект застрял в характерной стадии «не хватает средств».

— Грянул кризис, и сейчас нет возможности наладить клинические испытания. Непонятно даже, сумеет ли наша «Тамара» прорваться и стать медицинским препаратом или канет в Лету, подобно многим другим российским разработкам, — печально признаётся Галина Павлова. — Для проведения клинических испытаний необходимо разрешение. Чтобы его получить, нужно указать производство, на котором делается аптамер. Такого производства в России нет, денег на его строительство мы найти не можем, а иностранные фирмы делают хуже, чем могли бы мы. К тому же в этом случае субстанция будет уже зарубежная, не наша. А ведь, если подумать, то мы могли бы наладить первое производство аптамеров в России, да ещё и лучше, чем чем за границей....

Очень не хочется заканчивать статью на печальной ноте. Поэтому процитируем другое высказывание Галины — о тех, кто создавал препарат:

— За долгие годы разработки антикоагулянтного аптамера сложилась, не побоюсь этих слов, блестящая команда молодых учёных. Андрей Головин — специалист по моделированию аптамеров; Лена Завьялова — профессиональный химик, который за время исследований научилась и биологическим методам, и азам бизнеса; Аскар Турашев — высококвалифицированный синтетик, наладивший синтез аптамера и разработавший уникальные технологии его очистки. Всех перечислить невозможно, но, безусловно, подобные коллективы делают честь российской науке. 🐾



## НА БАЗЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



### Преподаватели – ведущие российские ученые

- более 30% – доктора наук
- более 45% - кандидаты наук



### Стажировки в:

- ведущих научно-исследовательских организациях
- органах государственной власти
- крупнейших общественных организациях
- бизнес-структурах



### Международные обмены



### Бюджетные места



### Насыщенная студенческая жизнь



### Отсрочка от армии

## БАКАЛАВРИАТ

## МАГИСТРАТУРА

## АСПИРАНТУРА

### НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ:

- История
- Философия
- Политология
- Социология
- Международные отношения
- Зарубежное регионоведение
- Востоковедение и африканистика
- Психология
- Экономика
- Менеджмент
- Юриспруденция
- Искусства и гуманитарные науки
- Культурология

### КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ



Горячая линия: +7 (499) 238-04-12



[facebook.com/gaugn](https://facebook.com/gaugn)



[vk.com/gaugn](https://vk.com/gaugn)



E-mail: [info@gaugn.ru](mailto:info@gaugn.ru)



[instagram.com/gaugn\\_/](https://instagram.com/gaugn_/)



[gaugn.ru](http://gaugn.ru)



# герои

Открытия  
Чувства  
Подвиги  
Отношения  
Взгляды  
Сомнения  
Карьера  
Рефлексия  
Биография







## Личность на кончиках пальцев

В июле исполняется 159 лет со дня рождения **Ивана Вучетича** — изобретателя системы идентификации личности по отпечаткам пальцев.

Ближе к 30 годам из родной Хорватии (бывшей тогда частью Австро-Венгерской империи) он переехал в Аргентину, стал Хуаном и поступил на службу в полицию.

К тому времени он уже был знаком с трудами антропологов и криминалистов Альфонса Бертильо, Уильяма Гершеля, Генри Фаулдса, Фрэнсиса Гальтона, высказывавших идею, что преступников можно идентифицировать по антропометрическим показателям (сопоставляя размеры частей тела, черт лица), а также по уникальным для каждого папиллярным узорам на пальцах.

Вучетич решил упорядочить эти знания и создал на их основе удобную **систему опознания человека по отпечаткам пальцев**, а также понятные инструкции по сбору следов на месте преступления и формированию картотеки отпечатков. Эти ценные сведения и методические указания он опубликовал в 1904 году в книге **«Сравнительная дактилоскопия»**.

Работа получила высокую оценку международного научного сообщества. В ряде государств Латинской Америки при полиции появились дактилоскопические службы. Вучетич стал знаменитостью: ходили слухи, что благодаря новой методике он с коллегами раскрывает десятки таинственных преступлений в неделю, а то и в сутки.

Доля правды в этих легендах, конечно, была: дактилоскопическая экспертиза существенно ускорила работу следователей и помогала раскрывать даже самые запутанные дела.

Метод Вучетича актуален до сих пор. Причём не только в криминалистике — сканеры отпечатков пальцев есть во множестве смартфонов и планшетов, на дверных замках и терминалах оплаты покупок в супермаркетах.



## Пляжная иллюзия



Почему реальный мир интереснее виртуального

■ АЛЁНА ЛЕСНЯК

Однажды я наблюдала забавную картину. Дело было на Чёрном море, летом. Всё как обычно: с 10 утра на пляже не протолкнуться — весь берег, как огромное лоскутное одеяло, покрывают сотни полотенец. На них лениво перекатываются с боку на бок тела — бледные, как мрамор; розовые, как бекон; коричневые, как шоколад. Между отдыхающими ловко пробираются местные торговцы: «Ррррыба-рыба-раки!», «Чурррррчхела!» — перекрикивают они шум моря. И вдруг в потоке стандартных рекламных призывов я различаю что-то новое: «Виртуальная реальность, фантастический аттракцион! — надрывается парень и крутит в руках VR-очки. — Чудесное изобретение. Двадцать минут сёрфинга по искусственным волнам!» Я присаживаюсь в тень, смотрю. Подходят люди, покупают сеанс путешествия по виртуальному миру. Но минут через пять, а то и меньше возвращаются в мир настоящий: снимают очки и бегут плескаться в реальном, немного мутном, но всё же тёплом и приятном море. За час наблюдений к продавцу виртуальной реальности подошли человек пять, но ни один не задержался в мире иллюзий на полный сеанс.


Конечно, есть вероятность, что людям просто не понравилось качество: волны неестественно бликовали, птицы в небе подвисали или что-то в этом духе — не исключено. Но это не единственный пример отсутствия массового интереса к виртуальной, дополненной и смешанной реальности. Изобретение это не новое, стартапов для широкого круга потребителей была уйма, но как-то мало среди них успешных. Мы по-прежнему предпочитаем путешествовать на поездах и самолётах, а не рассматривать виртуальные достопримечательности в VR-очках. Нам всё так же нравится делать дома ремонт и ходить по магазинам в поисках симпатичных обоев, хотя мы могли бы надеть шлем дополненной реальности и не только цвет стен менять каждую минуту, но и модифицировать тесную квартирку в каком-нибудь Бирюлёве то в замок над фьордом, то в бунгало на берегу Тихого океана. Почему же мы не впадаем в зависимость от виртуальной реальности?

Объяснений множество, каждый выберет своё. Один скажет, что компьютерная графика пока выглядит топорно;

другой будет упирать на дороговизну технологии; третий ответит, что обычная реальность намного интереснее. И я, несколько раз заглядывавшая в виртуальный мир, — за третий вариант, потому что настоящая жизнь развивается вне всяких алгоритмов и сценариев, потому что она полна удивительных случайностей. Большой взрыв и рождение Земли — случайность, появление жизни на ней — случайность, вся биологическая эволюция — череда случайностей. Да и некоторые открытия, в корне изменившие мир, произошли по воле случая.

Взять, например, историю французского химика и художника Эдуарда Бенедиктуса. Как-то во время опытов он уронил стеклянную колбу с растворённым в ацетоне нитратом целлюлозы. Однако вдребезги сосуд не разбился. Колба пошла трещинами, но осколки скреплял тонкий слой осевшего на стекле вязкого вещества. Учёный несколько раз повторил этот фокус в лаборатории, а спустя некоторое время получил патент на технологию изготовления небьющегося стекла. По методу Бенедиктуса в 1920-е стали производить прочные стёкла для автомобилей, и этот транспорт стал гораздо безопаснее.

Сложно не вспомнить и самую известную научную случайность — открытие пенициллина, первого антибиотика. Микробиолог Александр Флеминг не очень любил прибирать рабочее место после опытов и однажды оставил на несколько дней в чашке Петри колонию золотистого стафилококка. Вернувшись в лабораторию, учёный обнаружил, что микробов в чашке нет — их уничтожил плесневый гриб *Penicillium*. В итоге исследователь получил Нобелевскую премию, а многие инфекционные заболевания, считавшиеся смертным приговором, стали излечимы.

Таких эпизодов в науке множество, да и за её пределами постоянно происходит что-то удивительное. Например, в тот день на Чёрном море я не взяла с собой ни книжку, ни смартфон, с которого можно было что-то почитать, но реальность пошла против стандартного сценария: подкинула альтернативу праздному пляжному отдыху — ситуацию с VR-очками как предмет для наблюдения и пищу для раздумий. Жизнь перестаёт быть скучной, когда внимательно её изучаешь. 



**Григорий Кабатянский** (род. 1949). С отличием окончил механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. С 1971 по 1990 год работал в НИИ автоматической аппаратуры. Это был закрытый институт, связанный с обороной, — в СССР их называли «почтовыми ящиками». В 1990-м перешёл в Институт проблем передачи информации РАН. Как приглашённый профессор-исследователь выезжал в университеты США, Франции, Великобритании, Германии, Нидерландов, Швеции, Норвегии и Южной Кореи. Является советником ректора Сколтеха и профессором факультета компьютерных наук НИУ ВШЭ. Некоторое представление о научных интересах Кабатянского дают его работы: «Коды для защиты авторских прав: случай двух пиратов», «Об исправлении ошибок при искажениях в канале и синдроме», «Математика разделения секрета», «О границах для упаковок на сфере и в пространстве», «Контактные числа, коды и сферические многочлены».

# Прогулки с математикой

**Григорий Кабатянский:** биты, коды, ошибки и упаковка апельсинов в многомерном пространстве

■ ЕГОР АНТОЩЕНКО    ● АРТЁМ ПОПОВИЧ

«**М**атематические прогулки» — так называется проект, который запустил Институт проблем передачи информации им. А. А. Харкевича РАН совместно со Сколковским институтом науки и технологий (Сколтех). Учёные в непринуждённом формате рассказывают, чем они занимаются и где мы можем встретить результаты их исследований. «КШ» решил прогуляться с Григорием Кабатянским, советником по науке ректора Сколтеха, профессором НИУ ВШЭ и главным научным сотрудником ИППИ РАН.

## Успех рождает интерес, интерес рождает успех

// МОСКВА. УЛИЦА ФОТИЕВОЙ, БЛИЖАЙШАЯ СТАНЦИЯ МЕТРО — «УНИВЕРСИТЕТ». ПРОГУЛКА НАЧИНАЕТСЯ У ЛИЦА «ВТОРАЯ ШКОЛА», ГДЕ В СТАРШИХ КЛАССАХ УЧИЛСЯ ГРИГОРИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ.

Н ет, я не был вундеркиндом. Хотя считать и читать начал рано. До сих пор помню книжку Г.Н. Бермана «Число и наука о нём», потому что она помогла мне выиграть дворовый спор о самом большом числе.

Я учился в Марьиной Роще в обычной школе. После восьмого класса нужно было куда-то идти дальше. И наша учительница математики сказала мне, что есть неподалёку школа им. А.М. Горького: там не только литература, но и математика хорошая. Я пошёл, побеседовал с учителем математики, написал проверочную работу. Он посмотрел её и сказал: «У нас, конечно, тебе будет хорошо, но вот есть такая Вторая школа...» Я ничего про неё не знал. Где это, что это? Поехал туда. Наверное, это был первый серьёзный вызов в моей жизни.

Учиться поначалу было очень непросто. До этого я не ходил ни на какие математические кружки и знал только то, чему учили в школе. Подозреваю, что в какой-то момент я был на грани отчисления. Помню, замечатель-





**Евгений Дынкин** (1924–2014) — математик, ученик Колмогорова. Известен работами в области групп и алгебр Ли, а также теории вероятностей. Преподаватель и популяризатор математики; ещё будучи студентом, начал организовывать кружки для школьников. С 1954 года профессор МГУ. В 1967-м за поддержку правозащитников был уволен из университета. В 1976-м эмигрировал в США, где работал в Корнелльском университете.

ный математик и педагог **Евгений Борисович Дынкин** любил устраивать нам, ученикам математических классов Второй школы, прогулки на теплоходе. Билеты он покупал на свои деньги. Брал он не всех, а только самых сильных и самых слабых. В первый раз я попал именно как слабый. Первую четверть как-то выжил, а потом... Успех рождает интерес, интерес рождает успех, это такая раскручивающаяся спираль.

Вторая школа сильно изменила мою жизнь. Дело не в том, что меня научили здесь математике и литературе, — меня научили тому, что по-английски называется *think differently*: думать иначе. Здесь я получил первые уроки свободомыслия.

Кстати, из-за инакомыслия Вторую школу разогнали. Одного из учителей арестовали: он был связан с диссидентами. Директора уволили, многие учителя в знак протеста ушли сами.

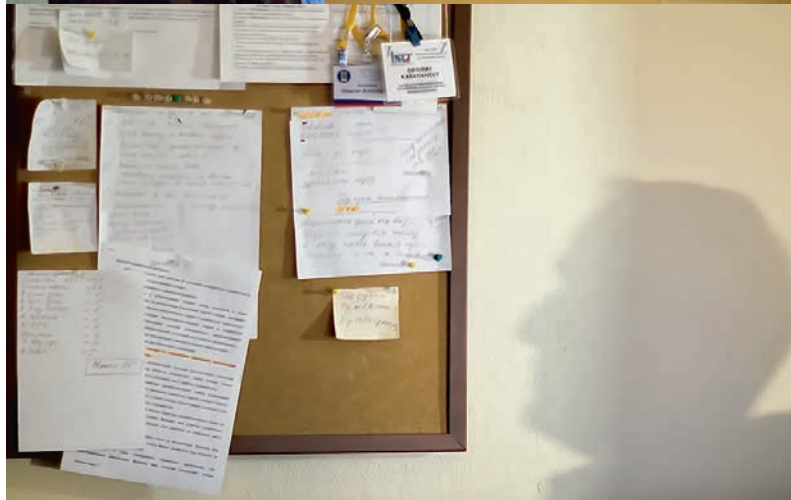
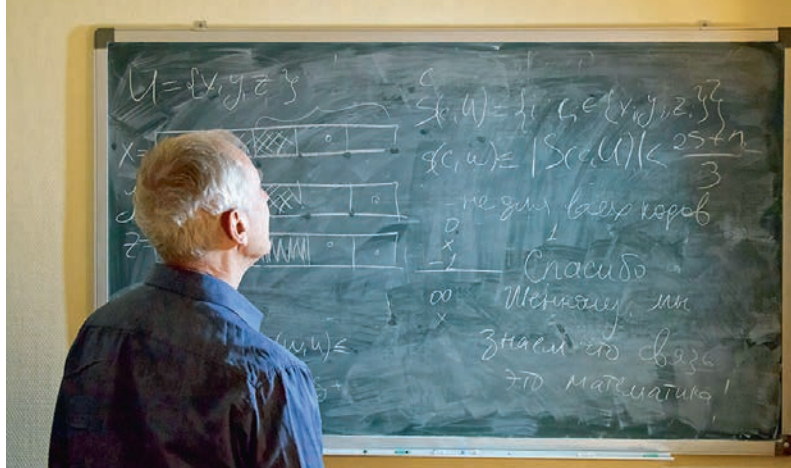
Помню, в университете первый выговор я получил за то, что не посетил ни одного занятия по истории КПСС. Я не любил

активных комсомольцев, хотя сам числился в ВЛКСМ: без этого было нельзя. Когда мне исполнилось двадцать восемь лет и надо было выходить из комсомола (по возрасту), мне предложили вступить в партию — для этого нужно было год ходить кандидатом в члены КПСС. Я спросил: «Разве в партию есть очередь?» Человека, который со мной говорил, перекошило, но он сдержался: «Допустим, вам не нравится слово “очередь”, но, в общем, надо год подождать». Я говорю: «Но я считаю себя недостойным. Оттого, что я год подожду, я не стану лучше». В общем, минут через десять тот человек ушёл, а потом мне его слова пересказали: «А вы говорили, умный. Полный идиот! Я предлагал вступить в партию, а он отказался».

Когда на Западе спрашивают, что мне больше нравится: современная Россия или Советский Союз, я говорю — Советский Союз. Это всегда удивляет. А просто я тогда был молодой. Вообще же, я совершенно спокойно жил в том времени и живу в этом. И нет у меня глупого желания сказать: «Ах, если бы я...» Известно, что история не знает сослагательного наклонения, история конкретного человека — тоже.

Мне кажется, что доля «детей» — я называю так всех, кто моложе двадцати, — которым интересно заниматься наукой, константна. Но общество может выталкивать их из этой среды: «Зачем ты туда идёшь? Займись-ка лучше чем-то другим — будешь хорошо жить!» А может быть наоборот: школьников мотивируют, и в итоге в науку идут те, кто при других раскладах стали бы хорошими адвокатами.

Вот если бы мои детство и юность пришлись на нынешнее время, я бы адвокатом и стал. Это интересно: живые люди. К тому же у хорошего адвоката должно быть хорошее логическое мышление, а оно у меня, полагаю, есть. Единственное «но»: хороший адвокат — он немножко обманщик...



## «Неужели вы не хотите быть первым?»

// ИДЁМ В СТОРОНУ УНИВЕРСИТЕТСКОГО ПРОСПЕКТА. НА ОДНОМ ИЗ ДОМОВ ВЫВЕСКА «АКАДЕМИЯ ЕДИНОБОРСТВ».

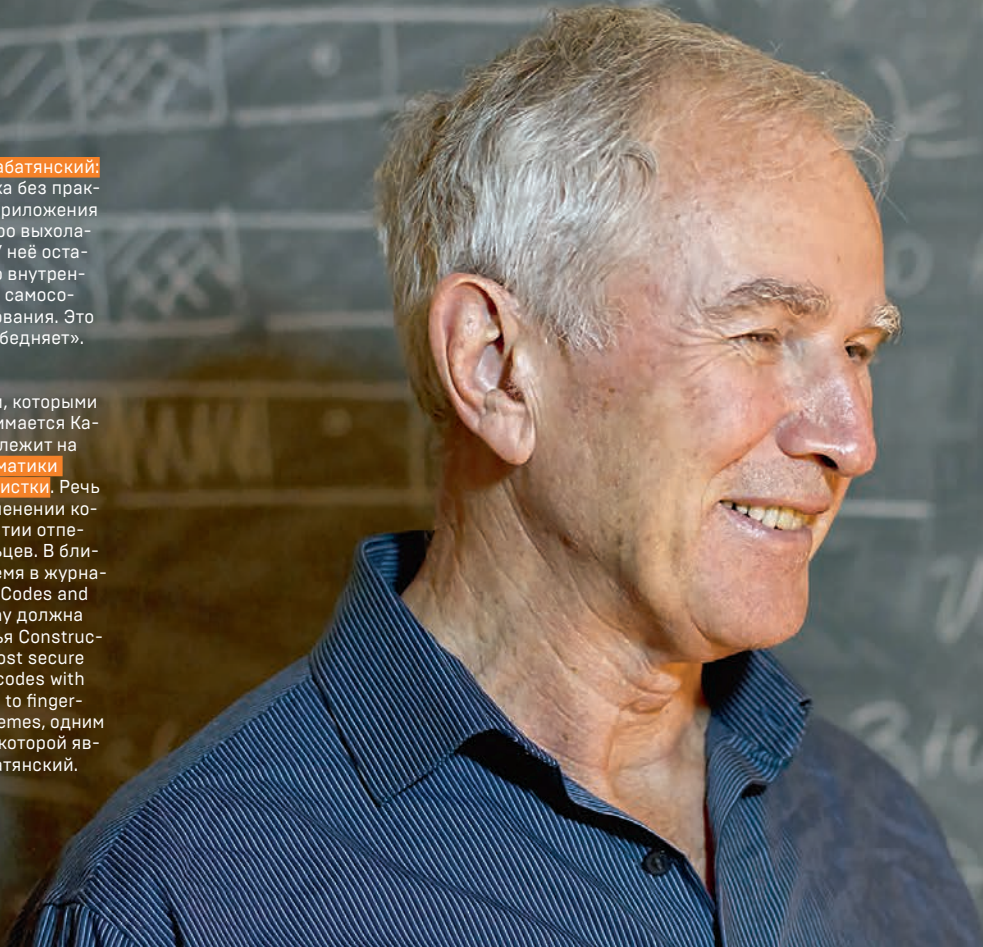
Есть такой рассказ у Виктории Токаревой. Кажется, «Инструктор по плаванию». Там про 18-летнюю девушку, влюбившуюся в зрелого мужчину лет тридцати, который оказывается тренером по плаванию. Она спрашивает: «А какое у них будущее — у тех, кто учит плавать?» И он выдаёт в ответ великую фразу: «Будущее в основном у тех, кто плывёт». Вот в науке точно так же. Вообще, занятие наукой — это профессиональный спорт. Причём математика — одиночный вид. В других науках статьи пишут целые коллективы, три человека минимум. А в математике всё по-прежнему: первооткрыватель, как правило, один.

Когда мой учитель уговаривал меня на втором курсе продолжать интенсивно заниматься математикой, он так и спросил: «Неужели вы не хотите быть первым?» Я сказал, что у меня, наверное, есть тщеславие, но оно какое-то недоразвитое. Он ответил: «Без тщеславия в математике нечего делать». Можете называть это как угодно, но должен быть комплекс победителя. Запоминают только тех, кто первый что-либо доказал. Вот они остаются.

Да, за науку не так много платят, как за футбол, там нет многомиллионных гонораров. Но в большинстве видов спорта, даже если убрать призовой фонд, люди будут с той же скоростью, с тем же напором бегать и драться. Только за то, чтобы встать на первую ступеньку.

**Григорий Кабатянский:** «Математика без практического приложения очень быстро выхолащивается. У неё остаются только внутренние мотивы самосовершенствования. Это сильно её обедняет».

Одна из тем, которыми сейчас занимается Кабатянский, лежит на стыке математики и криминалистики. Речь идёт о применении кодов при снятии отпечатков пальцев. В ближайшее время в журнале *Designs, Codes and Cryptography* должна выйти статья *Constructions of almost secure frameproof codes with applications to fingerprinting schemes*, одним из авторов которой является Кабатянский.



Я не говорю, что мозг — те же самые мышцы. Но порой он ведёт себя очень похоже. Если вы перестаёте тренировать мозг, то всё. Лучшие результаты в спорте достигаются примерно так же, как и в науке. Ну и возраст — до тридцати, до сорока. А потом, как и в профессиональном спорте, надо понять, что, хотя ты всё ещё бегаешь и прыгаешь, надо начинать учить других.

## Горбачёв, Ельцин и уличная математика

**// ПЕРЕСЕКАЕМ УНИВЕРСИТЕТСКИЙ ПРОСПЕКТ. ЭТО САМОЕ ЛЮДНОЕ МЕСТО НА НАШЕМ МАРШРУТЕ.**

Вспомнилась одна задача. Она о ситуациях, когда математика противоречит здравому смыслу и оказывается права, а здравый смысл — нет. Задача старая, но в 91-м году, когда разваливался Советский Союз, я услышал её в совершенно новой редакции: «В России сейчас двоевластие. Есть Ельцин, и есть Горбачёв, а ядерный чемоданчик один. Как сделать так, чтобы один без другого не мог его открыть и чтобы если уж они решили начать третью войну, то хотя бы сделали это согласованно?»

Представим, что этот чемоданчик открывается шифром из ста бит. И эти сто бит написаны на ленточке в виде ноликов и единиц.

Что подсказывает здравый смысл? Если вы считаете этих двоих равными партнёрами, то разрежьте ленточку пополам и отдайте её части одному и другому. Тогда, чтобы открыть чемоданчик, каждому придётся перебрать все варианты недостающих пятидесяти бит, то есть два в пятидесятой степени вариантов. Вручную это, конечно, не сделать, но если подключить КГБ с суперкомпьютером, то, в принципе, можно. А вот два

в сотой степени не перебрать за разумное время даже с помощью КГБ. Но два в сотой — это только если весь ключ у одного. Но их же двое, я должен поделить секрет.

Оказывается, здравый смысл не лучший советчик. Решение очень простое. Нужно одному из них, например Михаилу Сергеевичу, дать совершенно случайные сто бит. Потом взять наш ключ, другие сто бит, и сложить их поразрядно — первую позицию с первой, вторую со второй — со ста битами, которые получил Горбачёв. Складывать по модулю 2, то есть:  $1+1$  и  $0+0=0$ , а  $1+0$  или  $0+1=1$ . Полученная сумма — это третьи сто бит, которые мы отдаём Борису Николаевичу.

Получается, что ни у одного из них нет информации о ключе. Сидя порознь, они должны будут перебрать сто бит. Другого выхода нет. А когда садятся вместе, то просто складывают биты по модулю 2 и получают секрет. Такую систему не взломать, по крайней мере пока. И главное, просто! Это то, что любят называть уличной математикой — мы можем человеку на улице объяснить задачу, и он поймёт, за что он, как налогоплательщик, отдаёт нам деньги.

## Упаковать шары в N-мерном пространстве

**// КИОСК С ФРУКТАМИ. НА ПРИЛАВКЕ ЯБЛОКИ, АПЕЛЬСИНЫ, ГРУШИ. ПРОДАВЕЦ СТАРАЕТСЯ РАЗЛОЖИТЬ ТОВАР ТАК, ЧТОБЫ ОН ВЫГЛЯДЕЛ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОЕ.**

У меня есть один хороший математический результат. Это граница Кабатянского — Левенштейна. Конечно, я и потом делал какие-то вещи, которые мне самому нравятся, но они несравнимы



**Владимир Левенштейн** (род. 1935). С 1958 года по настоящее время работает в Институте прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН. В 1965 году ввёл понятие расстояния редактирования. В отличие от многих математических понятий, это можно достаточно легко объяснить. Речь о количестве операций вставки, удаления и замены символов, которые нужно совершить, чтобы перевести одну последовательность в другую. Например, чтобы превратить «сорт» в «кот», нужно совершить одну замену и одно удаление, расстояние равно 2.

по значимости, по интересу, который проявляют к ним другие люди. Результат относится к области чистой математики, а появился он потому, что и **Левенштейн**, и я занимались кодами, то есть математикой прикладной. Перед нами встала задача, существующая

уже четыре столетия. Это, конечно, не теорема Ферма, но тоже очень заметная вещь. Взять хоть эти апельсины. Вот как уложить их в коробку самым компактным образом? Всё началось с английских кораблей, которые перевозили пушечные ядра в американскую колонию. Возникли разные вопросы, один из них был таким: если расположить ядра в трюме плотно, не потонет ли корабль?

Или: как подсчитать, какую долю объёма они будут занимать при самой плотной упаковке?

Появилась гипотеза, что самой плотной будет так называемая гранецентрированная кубическая упаковка, — это примерно как апельсины на витрине лежат. Гипотезу приписывают Иоганну Кеплеру, хотя на самом деле она постарше. Спустя четыре столетия, в 1998 году, эту гипотезу доказал американский математик Томас Хейлс. Доказательство было выполнено с помощью компьютера и занимает пару сотен страниц. Чтобы убедиться в его справедливости, экспертам понадобилось пять лет.

Ну а мы с Левенштейном в 1978 году рассматривали обобщение этой задачи на случай многомерного пространства, используя технику, придуманную для кодов.

## Математика: чистая и прикладная

// ИДЁМ В СТОРОНУ ЛОМОНОСОВСКОГО ПРОСПЕКТА. СЗАДИ ЕДВА ВИДНЫ «ЗОЛОТЫЕ МОЗГИ» — ПРЕЗИДИУМ РАН. ВПЕРЕДИ ИЗ ТУМАНА ПРОСТУПАЕТ ШПИЛЬ МГУ. ВОКРУГ МАГАЗИНЫ, КАФЕ, БАНКИ.

Вобще-то я себя математиком не считаю. Я просто занимаюсь наукой. И в этой науке использую свои небольшие знания для решения интересных задач. Но для чистой математики они представляют интерес ну крайне редко.

Честно говоря, никогда не понимал деления математики на чистую и прикладную. Прикладные задачи — в любой области — рождают задачи математические. И кто-то берётся их решить. Бывает так: то, что он решил, настоящим «прикладникам» не нужно. Но, глядя на это решение, они придумывают что-то другое, что уже действительно можно использовать.

С другой стороны, те, кто занимается прикладными задачами сегодняшнего дня, часто добиваются математических результатов, которые не могут получить их коллеги, вроде бы делающие математику будущего. Это как с человеком, который оглох на одно ухо или ослеп на один глаз. Он ведь не перестаёт слышать или видеть. Но восприятие становится «плоским». Исчезает объёмное звучание или объёмное зрение. Так и здесь. Конечно, одному учёному трудно заниматься и чистой математикой, и прикладной. Но если в самой науке происходит перекос в ту или иную сторону, это тоже нехорошо.

Ещё раз: нет никакого деления на чистую и прикладную математику. Есть математика, которая нашла приложение, и та, что ещё не нашла.

## Как исправить ошибку

// ПОДХОДИМ К МЕТРО «УНИВЕРСИТЕТ». КАБАТЯНСКИЙ ДОСТАЁТ СМАРТФОН. ЧТО-ТО НАБИРАЕТ В ПОИСКОВИКЕ.

Всегда, когда вы включаете в мобильнике стандарт LTE, срабатывает код, который исправляет ошибки. Без этого вы остались бы на уровне связи 3G. Там тоже были коды, но слабые. А здесь сложные, хорошо продуманные, с непростыми алгоритмами исправления ошибок.

Есть проблема: ненадёжная передача сигнала, ненадёжное хранение битов информации. Как избежать ошибок? Самое простое, что делает любой человек, разговаривая по телефону в условиях плохой связи, — он повторяет слова. Если этого мало, проговаривает каждую букву: «К — Константин», «О — Ольга», «Т — Тамара». Это простейшее кодирование. Не самое мудрое, не очень эффективное, но наглядно показывает, что происходит: мы берём и записываем нужную информацию в гораздо более длинную последовательность.

Представьте, что кто-то посылает вам информацию, передавая бит 0 сигналом +1, а бит 1 — сигналом -1. В канале передачи есть шум, и вы можете получить не 1 или -1, а, допустим, 0,01. Вы не понимаете, как поступить, и склоняетесь к варианту вообще стереть этот символ. Или пришло 0,2. Скорее всего, полагаете вы, передавали +1. Но, возможно, вы ошибаетесь: это был -1, просто шума в этот момент было больше, чем вы думали.

Тут современная математика говорит: «Я теперь скажу вам, чтобы вы передавали не просто информацию, а с написанными к ней дополнительными (избыточными или проверочными) символами, и тогда будет вам счастье». В том смысле, что ошибки появляться будут, но вы сможете их исправить.

Объясню на примере. У нас есть поток битов: нулей и единиц. Нам важно правильно передать его, даже если при передаче происходят ошибки. И тут в действие вступают коды. Самый известный — код Хэмминга (7,4). Почему семь и почему четыре, сейчас объясню. Мы берём этот поток и режем на кусочки по четыре бита. За каждым четырьмя битами пишем три проверочных по специальному правилу — это кодовый блок, и передаём блоки один за другим. Теперь, если при передаче информации в блоке произошла ошибка, мы её исправим.

Похоже на известную олимпиадную задачку. Некто загадал число  $X$  от единицы до миллиона. Мы хотим отгадать  $X$ , задавая вопросы, ответом на которые будет «да» или «нет». Сколько минимально понадобится вопросов? Правильный ответ: 20. Почему? Вы берёте миллион, делите пополам и спрашиваете: это в первых пятистах тысячах? Если да, то делите 500 000 пополам и повторяете вопрос применительно к половинкам этого числа. Если нет, то продельваете эту операцию со вторыми пятьюстами тысячами. И так далее. А что, если вопросы задаются не по очереди, а сразу? Сколько тогда нужно вопросов? Ответ: столько же! Например, мы спрашиваем  $(i+1)$ -м вопросом, чему равна  $i$ -я позиция  $X_i$  двоичного представления числа  $X$ . Тогда, зная ответы, мы находим загаданное число.

Ну вот, (7,4)-код работает почти так же. Из четырёх битов можно составить не так много кодовых слов: два в четвёртой степени — 16. А слов из семи битов — два в седьмой, 128. Если произошла одна ошибка, то кодовое слово не получится. Проверочные символы помогут узнать, в каком месте допущена ошибка. А поскольку сообщение записано в виде нулей и единиц, мы точно исправим её. Вариантов-то немного.

Кстати, одна из моих последних работ — про задачу Улама о лжеце. Как я уже говорил, чтобы угадать число от одного до миллиона, нужно двадцать вопросов. А что, если отвечавший один раз соврал: вместо «да» сказал «нет» или наоборот? Тогда потребуется двадцать пять вопросов.

Хорошо, а дальше? Как это будет происходить с числом до миллиарда или до триллиона? Если я загадаю число, которое записывается  $N$  битами, то, чтобы его угадать, понадобится  $N$  вопросов. А сколько нужно добавить в случае ошибки? Ответ удивительный: к  $N$  вопросам нужно добавить логарифм  $N$ . Первое решение нас к этому не приводит. Кажется, что должна быть веселая добавка к числу вопросов, но на деле за одного лжеца доплачиваешь не так много. Более того, если вы знаете, что соврать он может не более пяти раз, то пяти логарифмов  $N$  хватит.

Одна из моих хороших работ — про коды, исправляющие всего одну ошибку. Когда мне исполнилось тридцать лет, отец подарил мне книгу. Я не могу сейчас сказать, какую именно, но хорошо помню дарственную надпись: «Ошибки в жизни не так просто исправлять, как в сигналах».







# Литературное расследование

Как по нескольким  
строкам **неизвестного  
стихотворения**  
установить, кто  
и когда его написал

«Кот Шрёдингера» продолжает серию публикаций с избранными заданиями заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников. Сегодня мы предлагаем вам попробовать себя в роли литературоведа-детектива. Доктор филологических наук, член методической комиссии олимпиады Татьяна Кучина рассказывает, как вести «литературное расследование», и предлагает присоединиться к нему.

## Задание 1 О чём грустил Ванюха?

Представьте, что перед вами повреждённый поэтический черновик, набросок лирического стихотворения.

.....тоскливую песню.....  
..... Ванюха .....  
..... горемычную.....  
Безобразная .....  
Урожай ..... детинушка  
..... нена[нрзб]ый унылый ..... \ ...  
..... \ ... в солдаты  
Тяжёлый крест ..... земля.

### Что нужно сделать

Попробуйте на основании этого фрагмента:

- ПРЕДПОЛОЖИТЬ**, какому русскому поэту он мог бы принадлежать.
- ДОГАДАТЬСЯ** о содержании стихотворения.
- ВОСПРОИЗВЕСТИ** его возможный лирический сюжет.
- ВОССТАНОВИТЬ** одну-две строки стихотворения.



## В е д ё м р а с с л е д о в а н и е

Предложенный школьникам «черновик», безусловно, составлен из наиболее частотных, маркированных слов, характеризующих творческую манеру загаданного автора. Персональный словарь (тезаурус) у каждого большого поэта индивидуален.

Одно-два слова мало что дают, но набор из десятка лексем задаёт вполне внятные тематические и стилистические линии, которые становятся ориентирами на пути к ответу. Разумеется, зачёркнутые слова тоже следует учитывать: пусть автор от них и «отказался», они всё равно входят в его персональный словарь.

Сначала посмотрим на существительные — именно они определяют спектр объектов и явлений, попадающих в поле зрения автора. «Земля», «урожай» — явные маркеры крестьянской жизни; «Ванюха» — стилистически выделенная «деревенская» форма имени, демонстративно простонародная. Весьма информативна и грамматическая форма «детинушки» — уменьшительно-ласкательные суффиксы отчётливо указывают на ориентацию автора на фольклорные мотивы. Более того, это слово поставлено в конец строки и, как следствие, должно рифмоваться с другим созвучным (типа «дубинушки»). Частое использование дактилических рифм (их составляют длинные слова, в которых созвучны ударный и идущие за ним два безударных слога: свёченька — рёченька, детинушка — дубинушка) — это уже фирменная черта поэтического стиля.

Каков может быть хотя бы приблизительный круг авторов, творчество которых отмечено вниманием к крестьянской жизни, быту и ориентацией на демократическую, народную речь? Участники олимпиады, как правило, выбирали из следующих имён: Некрасов, Есенин, Твардовский (слово «солдаты», видимо, соотносилось с военной тематикой «Василия Тёркина»); в нескольких работах был назван Высоцкий (вероятно, тексты пе-

сен Высоцкого о войне также вспоминались благодаря «солдатам»).

Следующий шаг: анализируем принципы выбора прилагательных. Заметно, что автор нарочито мрачен: «тоскливый», «горемычный», «унылый», «тяжёлый» — всё это слова одной эмоциональной окраски; и даже недописанное прилагательное «нена...» вряд ли будет прочитано как «ненаглядный» — скорее как «ненавидный» или «ненастный».

Действуем методом исключения: такая эмоциональная атмосфера явно не свойственна ни Высоцкому, ни Твардовскому, да и в лирике Есенина встречается нечасто, лишь в поздних произведениях. А вот в лирике Некрасова драматический социальный фон, пронизанный настроениями уныния, печали, почти отчаяния, — стилистическая «норма». Можно вспомнить хрестоматийные тексты: и «Несжатую полосу», и «Размышления у парадного подъезда», и «Железную дорогу».

Каков тогда примерный поэтический сюжет «черновика»? Упоминание о «солдатах» применительно к эпохе Некрасова вполне может быть соотнесено с историей рекрутчины: крестьянина — например, молодого Ванюху — отрывают от родного дома (отсюда прилагательные, характеризующие его будущую судьбу: «унылый», «горемычный»); провожают тоскливой песней. Урожай, разумеется, теперь собирать некому — крестьянская семья остаётся без рабочих рук. «Тяжёлый крест» предопределяет и финал истории: ляжет солдат Ванюха в сырую землю, не станет в семье кормильца (схожие сюжетные ситуации встречаются в некрасовской поэме «Кому на Руси жить хорошо»).

Как могло бы выглядеть начало стихотворения? В лирике Некрасова часты трёхсложные размеры, например анапест, — им и воспользуемся:

*То ли стои, то ли песня слышна:  
За порог уж Ванюха выходит...*

## Задание 2 «Переливай в гремучие напевы!»

Прочитайте отрывок стихотворения:

*Пиши, поэт! Слагай для милой девы  
Симфонии сердечные свои!  
Переливай в гремучие напевы  
Несчастный жар страдальческой любви!  
Чтоб выразить отчаянные муки,  
Чтоб весь твой огонь в словах твоих изник,—  
Изобретай неслыханные звуки,  
Выдумывай неведомый язык!*

### Что нужно сделать

- ОПРЕДЕЛИТЕ**, какой литературной эпохе может принадлежать текст.
- В рамках какого литературного направления или течения он мог быть **СОЗДАН?**
- КАКОВ** круг возможных авторов текста?
- ОБЪЯСНИТЕ**, какие черты, элементы, особенности текста вы учитывали, принимая решение.



## В е д ё м р а с с л е д о в а н и е

Для решения задачи снова требуется ввести предложенный текст в соответствующий ему литературный контекст — создававшийся совершенно разными авторами, но с некоторыми общими эстетическими установками.

Словарь приведённого текста очевидно несовременен: «огнь», «изник» — это понятия, конечно же, из лексикона позапрошлого века. Более того, заметно использование клишированных поэтических форм: «милая дева», «жар любви», «отчаянные муки» — так мог бы написать элегию Ленский у Пушкина (а он, как известно, был певцом романтических грёз и туманных далей).

Заметна и выраженная преувеличенность эмоций: сердечное движение влюблённого названо «симфонией», мелодия любви превращается в «гремучие напевы»; «жар любви» сопровождают два усиливающих друг друга эпитета — «несчастный» и «страдальческий». Сам контраст объекта любви — «милой девы» — и непереносимых мук, которые она вызывает у поэта, вполне типичен для романтической эстетики, где система конфликтов и противоречий развита чрезвычайно сильно. В конце отрывка появляется ещё одна значимая для романтической поэзии тема — невыговариваемости, невыразимости чувства (вспомним Жуковского: «Невыра-

зимое подвластно ль выраженью?», «И лишь молчание понятно говорит»).

Понятно, что такое стихотворение мог бы, скорее всего, написать кто-либо из современников Пушкина: Дельвиг, Батюшков, Вяземский, Жуковский. Но в тексте очевидны огрехи художественного вкуса: «переливай в гремучие напевы... жар» — довольно претенциозная, но лишённая внутренней гармоничности строчка; «чтоб весь твой огонь в словах твоих изник» — фонетически крайне тяжеловесный стих без всяких на то семантических оснований. Перед нами явно текст поэта второго ряда — не Пушкина, не Лермонтова, не Жуковского.

Согласно условиям задания, точное имя поэта назвать не требовалось — достаточно было охарактеризовать примерный круг возможных авторов. Но в завершение комментария можно открыть секрет: это стихотворение Владимира Бенедиктова, когда-то по популярности едва ли не превосходившего Пушкина, а сейчас известного лишь историкам литературы. Сегодня его стихи читаются почти как пародии — настолько нарочито, «жирным шрифтом» в них выделены характерные для романтизма композиционные ходы и языковые приёмы.

## Задание 3 Перчатка, сердце, шутка, рука

Попробуйте самостоятельно выполнить задания, аналогичные разобранному. Сверить своё мнение с комментарием эксперта можно на сайте «КШ». Представьте, что перед вами повреждённый поэтический черновик, набросок лирического стихотворения.

..... встреча  
..... страст[неразб] .....  
Улыб[нрзб] ..... уста ..... насмешливый рот .....  
..... платье ..... вуаль ..... перчатка ..... \ .....  
..... непрощённая ложь ..... жутко  
В сердце .....  
..... шутка  
..... рука.

### Что нужно сделать

Попробуйте на основании этого фрагмента:

- ПРЕДПОЛОЖИТЬ**, какому русскому поэту он мог бы принадлежать.
- ДОГАДАТЬСЯ** о содержании стихотворения.
- ВОСПРОИЗВЕСТИ** его возможный лирический сюжет.
- ВОССТАНОВИТЬ** одну-две строки стихотворения.



## Задание 4 «И яркая заяснилась слеза...»

Прочитайте стихотворение:

Упал на землю солнца красный круг.  
И над землёй, стремительно блистая,  
Приподнялась зеркальность золотая  
И в пятнах пепла тлела. Всё вокруг  
Вдруг стало: и — туманисто; и — серо.  
Стеклянно зеленеет бирюза,  
И яркая заяснилась слеза —  
Алмазная, алмазная Венера.

### Что нужно сделать

- ОПРЕДЕЛИТЕ**, какой литературной эпохе может принадлежать текст.
- В рамках какого литературного направления или течения он мог быть **СОЗДАН?**
- КАКОВ** круг возможных авторов?
- ОБЪЯСНИТЕ**, какие черты, элементы, особенности текста вы учитывали, принимая решение. 🐾



биография физики



**АВТОР** Вольфганг

**РЁСЛЕР** — научный журналист, автор научно-популярных ресурсов Raum und zeit, Spektrum, P.M. Magazin и др.

**ИЗДАТЕЛЬСТВО** Издательский дом «Питер»

# Физика, рассказанная на ночь

**Биография науки:** успехи, провалы, надежды и рухнувшие мечты

**М**ы, люди, любим сказки. Понимать явления и законы природы нам проще, когда они показаны во взаимосвязи, как если бы это были персонажи со своими отношениями, мотивами и поступками. Недаром научной форме познания мира предшествовала мифологическая.

Журналисты, кинодокументалисты давно освоили сторителлинг — способ донесения информации через увлекательные истории с приключениями, яркими героями, неожиданными сюжетными поворотами. Популяризаторы науки пользуются этим приёмом не так часто. Однако искусные образцы научно-популярного сторителлинга встречаются. Как раз об одном из них и пойдёт речь.

Эта книга Вольфганга Рёслера «Физика, рассказанная на ночь» — красиво написанная биография невероятно сложной для понимания и основополагающей для всего сущего науки: физики. Успехи, провалы, надежды, рухнувшие мечты, происки недоброжелате-

лей и завистников, творческие порывы и подвиги сильных духом. Здесь нет ни одной формулы, акцент сделан не на физических законах, а на людях, что стоят за ними, — великих мыслителях и учёных разных эпох: от Галилея, Ньютона, Фарадея и Максвелла до Эйнштейна, Ферми, Бора, Шрёдингера, Паули, Гейзенберга, Дирака и Фейнмана. Их юмор, отношения с окружающими, дискуссии об истоках науки, проблемах времени и пространства, природе света и тепла, принципах квантовой механики... Гении, знакомые нам лишь по чёрно-белым портретам из учебников физики, оживают в рассказе Рёслера.

Я надеюсь, что, прочитав его книгу, вы никогда больше не почувствуете себя одиоко, размышляя об устройстве мироздания. Ведь рядом будут отличные собеседники — люди, которых большинство записывает в обезличенную группу «гении физики», тем самым отгораживаясь от них.

Углубляясь в сухие научные факты, мы часто забываем, что многие невероятные вещи были созданы людьми. За столбцами формул мы не видим личностей. Эта книга поможет их разглядеть.



**ARTЁМ АХИНЦЕВ**

Руководитель научно-популярной библиотеки Nauchka.ru, научный сотрудник Института водных проблем РАН, основатель проекта Russian Travel Geek.



## Учёные скрывают? Мифы XXI века

**АВТОР** Александр Соколов — главный редактор портала «Антропogenez.ru», автор книги «Мифы об эволюции человека».

**ИЗДАТЕЛЬСТВО** «Альпина нон-фикшн»

**О ЧЁМ КНИГА** Историки нас обманывают: в древности существовали цивилизации гораздо более могущественные, чем наша. Доказано, что египтяне не могли построить пирамиды, древние британцы не сами воздвигли Стоунхендж, а человек —

продукт генной инженерии инопланетян. Пить молоко и есть злаки нельзя, ведь люди каменного века питались исключительно сырым мясом. Стоит ли верить этим утверждениям? Почему в эпоху, когда генетика, ядерная физика и медицина достигли небывалых высот, лженаука чувствует себя прекрасно как никогда? Эта книга научит вас отличать факты от ахиней и вооружит аргументами в спорах с адептами ложного знания.

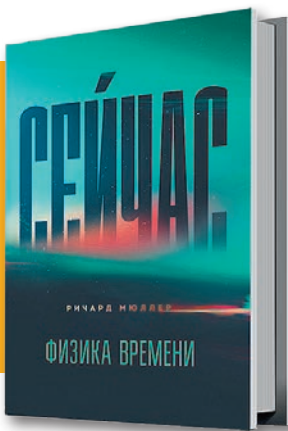
## Шанс есть! Наука удачи, случайности и вероятности

**АВТОРЫ** Йен Стюарт, Ник Лейн, Пол Дэвис и другие — лучшие авторы журнала New Scientist в сборнике эссе под редакцией известного популяризатора науки Майкла Брукса.

**ИЗДАТЕЛЬСТВО** «Лаборатория знаний»

**О ЧЁМ КНИГА** «Каковы шансы?», «Какова вероятность?» — едва ли не самые популярные сегодня вопросы. Но обычно на них не дают отве-

та, во всяком случае правильного. Так какую же роль играют случай и вероятность в жизни человека и Вселенной? К примеру, насколько случайны наш мир и ваше появление на свет? Существует ли свобода воли и предсказуемо ли будущее? Судя по всему, именно случай является самой глубинной и фундаментальной основой законов физики. Хотите разобраться — эта книга для вас.



## Сейчас. Физика времени

**АВТОР** Ричард Мюллер — профессор Калифорнийского университета в Беркли, лауреат стипендии Мак-Артура, автор нескольких научно-популярных книг.

**ИЗДАТЕЛЬСТВО** «Манн, Иванов и Фербер»

**О ЧЁМ КНИГА** Сейчас — это таинственное и эфемерное мгновение, которое постоянно меняет своё значение. Понимание этого требует знания законов относительности, энтропии, квантовой физики,

устройства антиматерии, обратного движения во времени, квантовой запутанности... Нам уже известно, что такое замедление времени, возникающее под действием гравитации, или его обратный ход по условиям теории относительности. Но мы по-прежнему ничего не знаем о таком явлении, как «сейчас». Перед вами последние новости о квантовой механике, которые помогут постичь смысл времени.

## Что скрывает кожа. Два квадратных метра, которые диктуют, как нам жить

**АВТОР** Йаэль Адлер — доктор медицинских наук и практикующий врач-дерматолог, автор научно-популярных колонок по медицине.

**ИЗДАТЕЛЬСТВО** «Эксмо»

**О ЧЁМ КНИГА** Это кладёз практической и просто любопытной информации. Автор перечисляет основные дерматологические заболевания, подробно описывает их симптоматику, разьяс-

няет возможные причины возникновения. Не обходит стороной и сугубо косметологические проблемы. Но одного знания мало, проблемы ведь надо решать. Именно поэтому автор уделяет большое внимание профилактике и здоровому образу жизни. Каждый найдёт здесь что-то полезное. В конце концов, кожа есть у всех.





ИЛЛЮСТРАЦИИ: SHUTTERSTOCK; КАДР ИЗ ФИЛЬМА "ПЛАНЕТА ОБЕЗЬЯН"

# Достающее звено



## Книга вторая: люди

Антрополог Станислав Дробышевский:  
правда и мифы о происхождении человека

✎ СТАНИСЛАВ ДРОБЫШЕВСКИЙ ✎ CORPUS (СЕРИЯ PRIMUS, ИЗДАЁТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ ФОНДОВ «КНИЖНЫЕ ПРОЕКТЫ ДМИТРИЯ ЗИМИНА» И «ЭВОЛЮЦИЯ»)

**О** происхождении человека написано много научпопа, но, как ни странно, популярными такие книги становятся далеко не всегда. Мешает сложность изложения. Двухтомник «Достающее звено» лишён этого недостатка. Лёгкий, живой стиль, мно-

го баек, смешных и в меру серьёзных отступлений в увлекательном рассказе о возникновении клеточного ядра и многоклеточности, формировании твёрдых частей тела, нервной системы, зубов, мозга, конечностей, появлении разума и культуры — о развитии и становлении человека как биологического вида. Есть тут и прогноз, как неумолимое течение эволюции может пообтесать и изменить людей через тысячи и миллионы лет.

### П А Н И Л И М О Р Л О К

// БИОЛОГИЧЕСКОЕ БУДУЩЕЕ ЧЕЛОВЕКА

**С** эпохи верхнего палеолита до современности эволюционные изменения у человека не успели накопиться в достаточном количестве. Поэтому сплошь и рядом приходится слышать и читать, что биологическая эволюция с появлением современного вида человека прекратилась, уступив место социальной. Однако факты говорят о продолжении биологической эволюции и в наши дни, просто масштаб времени недостаточен для появления значительных изменений морфологии.

<...>

Статистика не соврёт, со времени верхнего палеолита изменения морфологии всё же были: сократились размеры челюстей и зубов, ослаб надбровный рельеф, округлился и заметно уменьшился затылок. Эти различия не тянут на видовой уровень, но всё же они есть. Те морфологические комплексы, что появились на изолированных территориях (учитывая, что изолированным может быть и маленький остров, и целый материк), принято называть расами. Нет примитивных рас, просто у каждой из них особая история.

<...>

Тема будущего всегда привлекала людей. Всем хочется знать, что нас ждёт завтра. То ли это будет цветущий рай земной, то ли планету накроет чёрной мглой Апокалипсис. Чаше фантасты представляют развитие техники и общества: космические корабли и телепортеры, возврат к феодальным королевствам или торжество коммунизма. Гораздо реже речь идёт о самих людях. Так, конечно, привычнее и спокойнее. Люди — они и есть люди. Чего уж там, если даже инопланетяне в большинстве случаев хоть и зелёные, но человечки. Если пошерстить фантастику, то в подавляющем большинстве случаев жители будущего ничем не отличаются

от нас, разве что стройные и красивые либо, напротив, коренастые и одичавшие-замшелые. А ведь классики уже давно задали планку: в романе Герберта Уэллса «Машина времени», написанном в конце XIX века, подробно описаны изменения, произошедшие с людьми за восемьсот тысяч лет. Человечество за это время разделилось на элоев и морлоков. Уэллс описал два крайних возможных варианта. Но ясно, что это художественный вымысел. А может ли наука сказать что-то по этому поводу?

<...>

Есть два подхода к предсказанию будущего. Во-первых, мы можем попытаться угадать, какие сложатся условия и, стало быть, какие понадобятся для этого адаптации. Здесь очевидная сложность такова, что даже на завтра погоду предсказать трудно, что уж говорить о сроках в сотни тысяч лет. Во-вторых, мы можем посмотреть, что было в прошлом, и аппроксимировать происходившие изменения вперёд. Тут проблема в том, что модификации не были однонаправленными, результат будет зависеть от того, с какого срока мы начнём отсчёт в будущее.

### Звено тёплое

**П**опробуем реализовать первый подход. Допустим, глобальное потепление приведёт к тому, что климат на всей планете станет подобным мезозойскому или даже вовсе тропическим. Перед людьми исчезнет проблема сохранения тепла и встанет задача остывания. Среди многообразия современного человечества мы знаем биологический ответ на такие условия, уже реализованный в нынешних тропиках: люди станут более вытянутыми, с узкими плечами и тазом, длинными тонкими ногами и руками, удлинённым черепом. Кожа



их потемнеет, обмен веществ понизится, мышечная масса уменьшится.

### Звено холодное

Впрочем, наше межледниковье длится уже десять тысяч лет — непозволительно долго по меркам предыдущих полутора сотен тысяч лет чередований оледенений и потеплений. По этой логике грядёт мрачное похолодание, ледники надвинутся вплоть до Москвы и Берлина, а северная граница обитания людей сдвинется в Средиземноморье, где зимы будут подобны нынешним мурманским, а лето — чукотскому. Столь нерадостные изменения сделают людей намного более коренастыми, широкоплечими, с большой грудной клеткой и мощнейшим обменом веществ.

### Звено дикое

Немало зависит от развития цивилизации. Если она изведёт самое себя, то люди попадут в зависимость от природы, эволюционные изменения ускорятся. Все невыносимые, слишком мелкие и слишком крупные, мало-мальски большие и выделяющиеся будут беспощадно сметены естественным отбором. Физическая сила, выносливость и скорость реакции выдвинутся на первый план. Уменьшение содержания кислорода в атмосфере приведёт к снижению обмена веществ, увеличению объёма лёгких и, возможно, появлению новых вариантов дыхательных ферментов. Недостаток пищи гарантирует уменьшение размеров тела.

Поскольку планета большая и разных условий на ней много, то биологическая дифференциация будет усиливаться, начнётся новый виток расообразования. Если люди одичают настолько, что не смогут преодолевать океаны, пустыни и горы, то через пару миллионов лет возникнут новые виды, но уже не людей, а произошедших от них человекообразных обезьян. Пока, к сожалению, все идёт именно к этому сценарию, и он ещё очень оптимистичен, ибо подразумевает в принципе выживание человечества. Печально, но мы так быстро уничтожаем среду своего обитания, что при нашей неторопливой скорости размножения нам может не хватить скорости для приспособления к новым условиям. Человечество может вымереть в ближайшие пару сотен лет. Люди, бросайте мусор в помойки, а не куда попало!

### Звено мятно-розовое

Другой вариант реализуется, если вдруг люди резко поумнеют и решат проблемы загрязнения природы и переиспользования ресурсов. Непонятно, как бы это могло реализоваться и на чём могла бы быть основана такая новая цивилизация, но мало ли... Допустим, люди по всей планете стали мегацивилизированными жителями супергородов с регулируемым климатом, гарантированной идеальной пищей, не требующей усилий по пережёвыванию и пищеварению. Люди сидят по высококлассно оборудованным офисам и квартирам и занимаются изобретательством, искусствами и просто бездельничают.

<...>

Десятки тысяч лет сладкой жизни в лоне суперцивилизации (как такое может быть?!) приведут к более существенным переменам: размеры пищеварительной системы в целом и челюсти в частности уменьшатся, кости черепа станут тоньше, мышечный тонус неизбежно ослабнет. Ручки и ножки станут тоньше и хилее. Если диета будет выстроена с умом, то вовсе не обязательно глобальное ожирение человечества, подобно показанному в мультиме «Валли». Пока автоматика ещё не будет полностью самодостаточной, люди должны будут управлять ей. Тут возможны интересные изменения: например, могут удлиниться пальцы и уве-



Станислав Дробышевский — кандидат биологических наук, доцент кафедры антропологии биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, известный российский антрополог и популяризатор, научный редактор просветительского портала «Антропогенез.ру».

личиться их подвижность, если успех в работе на компьютере станет отражаться на репродуктивном успехе — через статус в обществе или получение ресурсов (грубое слово «зарплата» не идёт к облику блистающего будущего).

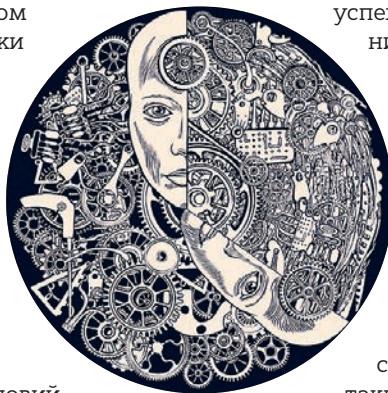
В таких условиях существенно должны будут измениться и органы чувств, прежде всего, конечно, глаза. Постоянное вглядывание в мониторы делает особенно актуальными увлечение редко мигающих глаз; рефлекторное моргание уже явно недостаточно. Посему должен будет запуститься естественный отбор среди новых способов смачивания роговицы. Например, один из таких способов — увеличение размеров и активности слёзных желёз, действующих без моргания. А вот обоняние имеет шанс окончательно пропасть, ведь даже сейчас оно находится у человека в крайне плачевном состоянии.

Грусть может наступить в тот момент, когда технологии достигнут апогея, машины станут самодостаточными, саморемонтирующимися и самовоспроизводящимися. Даже без мрачного сценария бунта роботов а-ля Терминатор перспективы человечества выглядят не очень радостными. В отсутствие стимулов для деятельности — как физической, так и интеллектуальной — человечество обречено на деградацию. Если техника и поит, и кормит, и баньку топит, и спать укладывает, работает, перемещает и обслуживает человека, нервная система будет редуцироваться подобно тому, как это случается с паразитическими червями, буквально живущими в еде. Не нужны будут руки, ноги и большая часть пищеварительной системы, снизится обмен веществ. Эволюция гарантирует, что единственной хорошо сохранившейся системой будет половая. Ведь с точки зрения эволюции всё остальное — лишь надстройка над системой размножения.

<...>

### Звено запредельное

— сть ещё одна возможность эволюции человека — заселение иных планет. Новые земли предоставляют новые удивительные условия, и вот тут-то от-



крывается невиданный простор для видообразования. Освоение людьми Луны, Марса и, чем астрономы не шутят, планет у других звёзд способно создать и жёсткую изоляцию, и сильное давление отбора. Например, что мы имеем на Марсе? Низкая гравитация может привести к быстрому утончению и удлинению рук и ног. Ограниченность пищевых ресурсов, которые первое время наверняка придётся доставлять с Земли, должна способствовать уменьшению размеров и массы тела. Ограниченность доступного кислорода — улучшению его переноса клетками крови. Наконец, мощная радиация может стимулировать появление механизмов защиты: активную выработку меланина, а может, и чего-то вроде толстого рогового панциря, как у черепах. Правда, трудно сказать, как это всё может реализоваться практически. Ведь условия вне Земли настолько отличаются от наших, что либо отбор выкосит поселенцев в первом же поколении, либо придётся создавать им условия, по возможности идентичные земным. Впрочем, совсем повторить родину всё равно не получится, так что бурная эволюция гарантирована. Была бы преемственность поколений, а для этого нужно создание полноценных популяций. Кто знает, может, коллапс на Земле подстегнёт работы в этом направлении и освоение внеземных миров — дело ближайших пары сотен лет?

### Звено самосозидающее

Наконец, не исключён ещё один сценарий, к реализации которого человечество ныне вплотную подходит. Успехи генетики в скором будущем дадут возможность активно, целенаправленно и осмысленно менять себя. Уже сейчас некоторые врождённые откло-

нения обнаруживаются на ранних стадиях развития, так что есть возможность селективной евгеники. Но это лишь цветочки — познание законов эмбриологического развития, связи генов и формирования фенотипических признаков позволит активно исправлять нежелательные мутации и создавать новые признаки по желанию. Очевидно, что пару сотен лет этому будут активнейше противодействовать люди, склонные «ко всему естественному» и видящие в техническом прогрессе зло. Религиозные, политические, зелёно-экологические и многие прочие группы будут всеми силами тормозить процесс. Но история учит, что прогресс неостановим. Если у человечества будет несколько сотен лет для развития в прежнем направлении (хотя в этом-то как раз есть основательные сомнения), то генетическая модификация как минимум части человечества неизбежна. Скорее всего, начнётся всё с медицинских коррекций типа выращивания зубов и волос, убирания последствий синдромов Дауна и Хантингтона. Потом придёт черёд косметических украшений: выпрямление носа, облагораживание линии рта. Отсюда недалеко и до более основательных усовершенствований, предсказать которые сложно, ибо они будут ограничены лишь надобностью и фантазией. На этом месте естественный отбор имеет шанс либо окончательно уступить место искусственному, либо люто восторжествовать, стерев самомодифицировавшееся человечество с лица земли. Любое существо, пока оно не вымерло, является промежуточным звеном между своими предками и потомками. Многие признаки у нас находятся в недоработанном состоянии. Окончательного варианта человека не существует, и наша эволюция остановится лишь тогда, когда мы вымерем. 🐾



Для иллюстрации этого текста мы использовали кадры из фильма «Восстание планеты обезьян». Это фантастический боевик, к научной картине мира прямого отношения не имеет.

# Нестареющие. 7-я серия

## Краткое содержание предыдущего эпизода

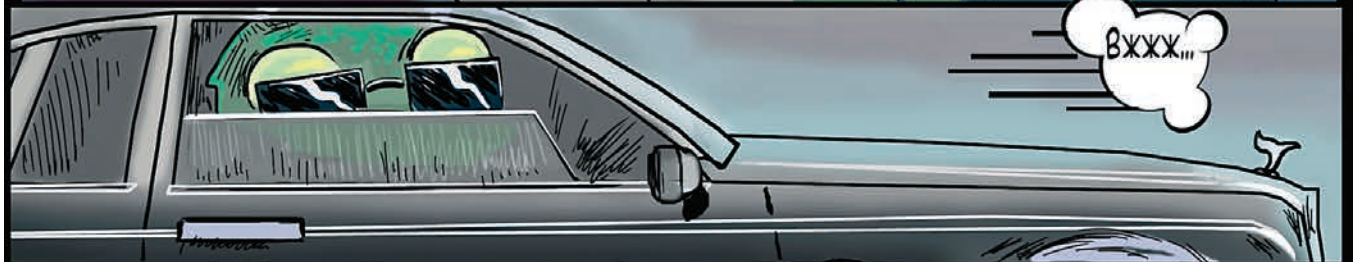
Лорд Стрессер, мадам Д'Эпрессия и Жорж обрушили на жителей города лавину лженаучной информации. Захваченные ими СМИ пропагандировали вредный образ жизни и выдавали его за секрет молодости и счастья. Голый Землекоп и Кот Шрёдингера пошли в просветительское контрнаступление — и победили мракобесие!

**Художник** Николай Огарков.  
**Авторы идеи и сценария** коллеги Голого Землекопа.

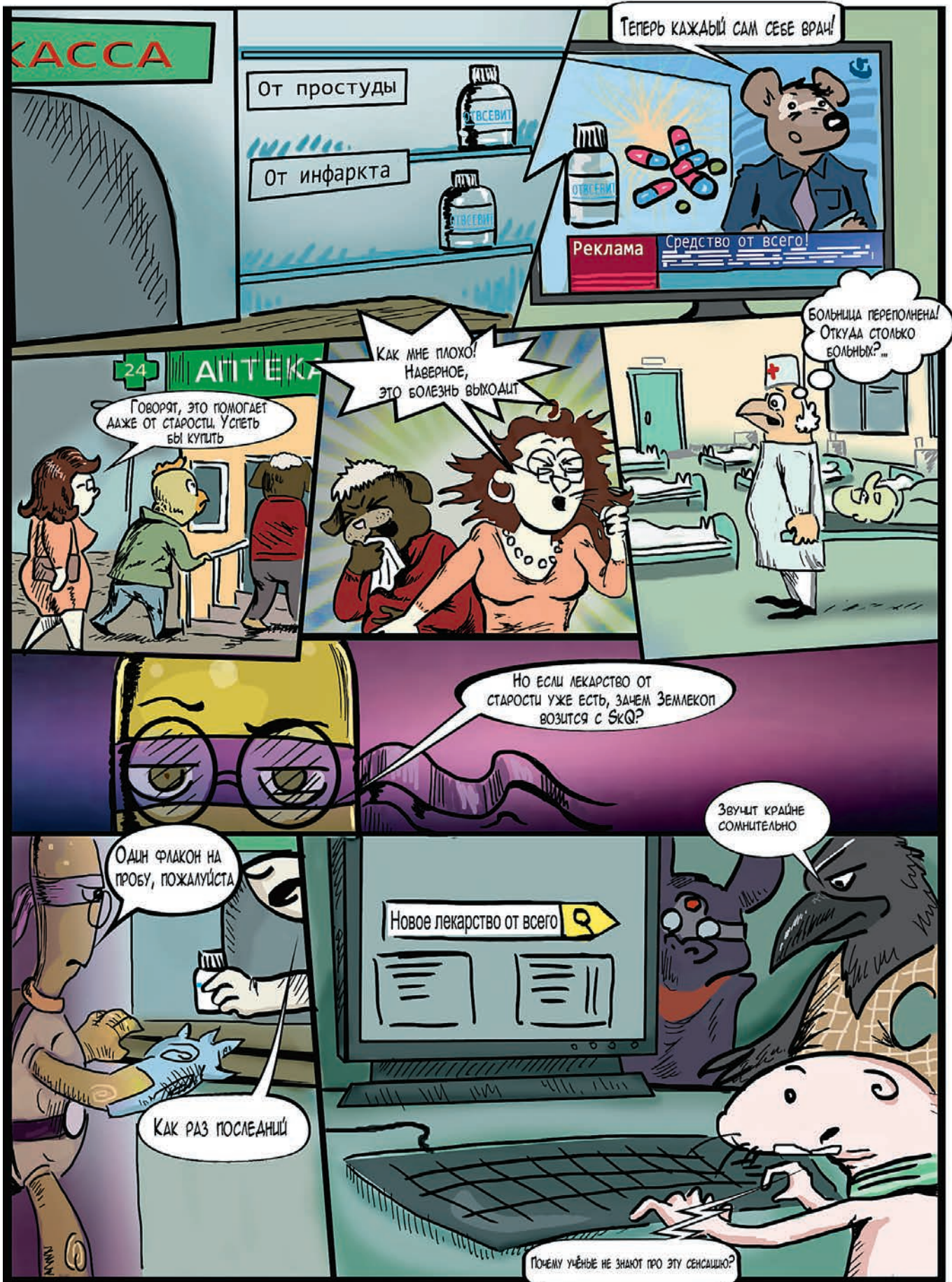
**Ищите** предыдущую серию в «КШ» № 6 [32], 2017.

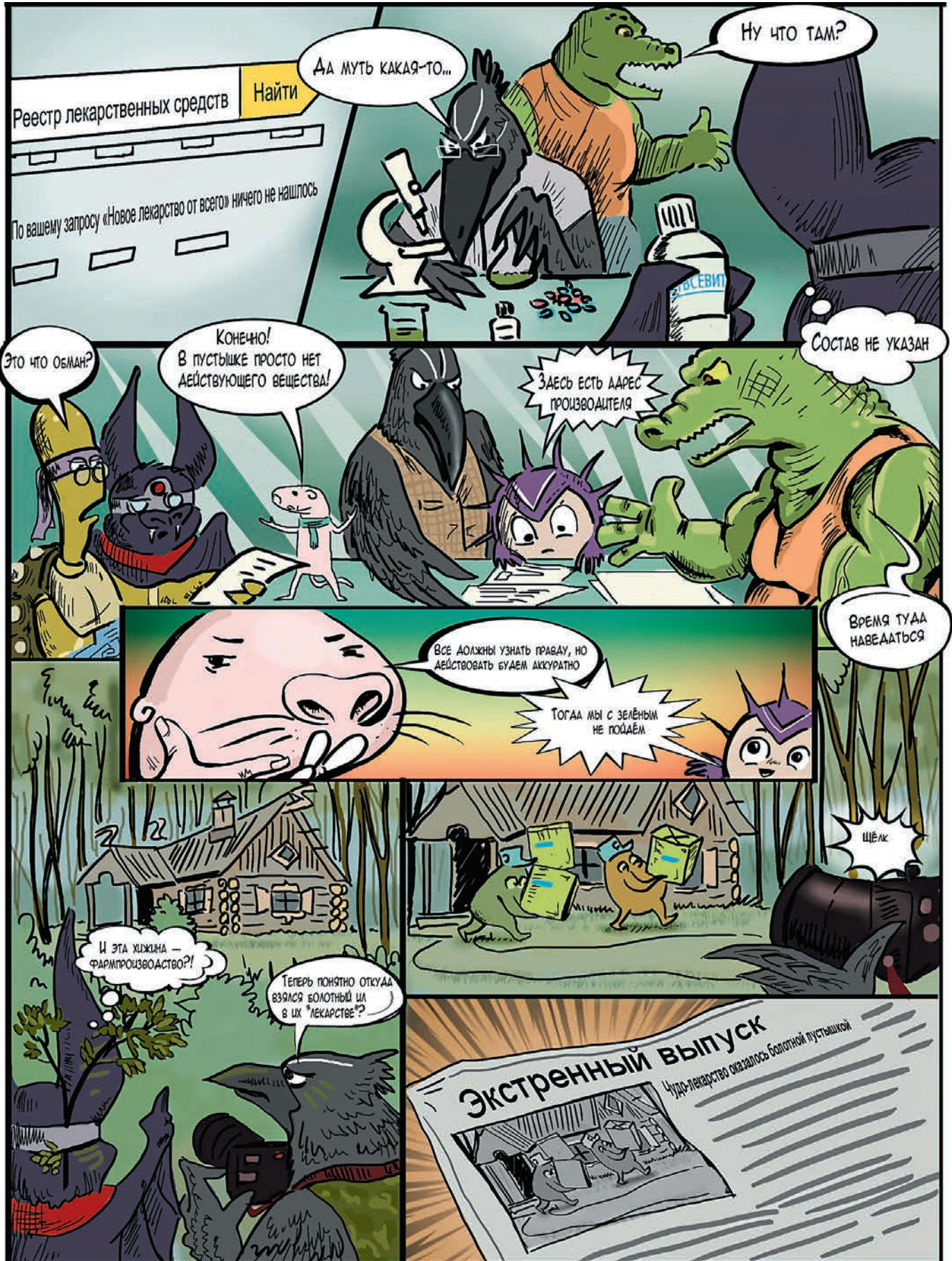
**Читайте** про Нестареющих в блоге [www.genomit.ru](http://www.genomit.ru).

















# Изумрудные пчёлы, хоббит и орхидеи

Самые интересные выставки и ботанические сады

## «С сачком по тропикам 100 лет назад»

Впервые за 110 лет **Дарвиновский музей** демонстрирует удивительных тропических насекомых, пойманных известными натуралистами XIX–XX веков Альбертом Миком (Великобритания) и Эженом Ле Мультом (Франция). Крупные разноцветные **бабочки** и причудливые **жуки**, изумрудные **пчёлы** и плотоядные **муравьи** способны вызвать восхищение и интерес у самого привередливого зрителя.

Энтомологи Альберт Мик и Эжен Ле Мульт внесли неоценимый вклад в изучение животного мира многих удалённых и труднодоступных районов планеты: до их появления там не ступала нога натуралиста.

Британскому исследователю покровительствовал знаменитый банкир, политик и зоолог Уолтер Ротшильд, спонсировавший экспедиции в Австралию, Новую Гвинею и на Соломоновы острова. Некоторые тропические насекомые там столь огромны, что в викторианскую эпоху на них охотились с ружьём, заряженным мелкой дробью.

Ценной находкой стала для Альберта Мика крупнейшая по размаху крыльев дневная бабочка — птицекрыл-

ка королевы Александры. Представленные на выставке экземпляры Мик поймал на восточной оконечности острова Новая Гвинея в 1906 году. Ныне эти крылатые рекордсменки встречаются крайне редко из-за вырубки лесов и извержения вулкана Ламингтон, в середине прошлого века уничтожившего большую часть естественной среды их обитания.

У Эжена Ле Мульта богатых покровителей не было, но он успешно совмещал коллекционирование с коммерческой деятельностью. Выходец из бедной семьи, он сумел открыть свой энтомологический кабинет, издавал журнал и описал более 200 новых видов, подвидов и форм бабочек. В 1935 году коллекция французского исследователя насчитывала 7 млн насекомых, 1,5 млн из которых составляли бабочки.

Почти 10 лет Ле Мульт проработал в управлении каторжных работ во Французской Гвиане, где в долине реки Марони ссыльные рубили лес, прокладывали дороги и добывали золото. Свою увлекательную и опасную жизнь натуралиста и руководителя «каторжного» управления он описал в книге «Моя охота за бабочками». Самые необычные насекомые, добытые Ле Муль-

том, представлены на выставке. Например, ненавистный каторжникам ядовитый плооядный муравей-пуля. Укус такого муравья болит целые сутки. Или хищный комар, который питается не кровью животных, а мелкими комарами — переносчиками жёлтой лихорадки.

Энтомолог-энтузиаст ловил насекомых даже ночью, с помощью керосиновой лампы. Ночные обитатели тропиков, такие как кузнечики и кобылки Гвины, поражают своими размерами, а фонарницы — формой головы, напоминающей арахис.

Свою хижину Ле Мульт старался окружить цветущими растениями, привлекающими насекомых. Самые примечательные из них — крупные изумрудные орхидейные пчёлы рода *Eulaema*. В экспозиции представлены также другие гвианские пчёлы и осы, а также их гнёзда.

**Когда** До 20 августа.

**Где** Москва, ул. Вавилова, д. 57 (Государственный Дарвиновский музей).



## «Как пройти в люди»

**«АНТРОПОГЕНЕЗ.РУ»** и **ГОСУДАРСТВЕННЫЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА** открыли новую экспозицию об эволюции человека **«КАК ПРОЙТИ В ЛЮДИ»**. Это продолжение нашумевшей выставки «10 черепов, которые потрясли мир». Ключевые стадии эволюции человека за последние 65 миллионов лет иллюстрирует уникальная для России коллекция муляжей, начиная от проконсула и заканчивая *Homo sapiens*. Экспозиция включает последние находки, в том числе череп *Homo naledi*, а также реконструкцию «хоббита» с острова Флорес.

Выставка интерактивна и даёт возможность на короткий срок стать исследователем-экспериментатором. Вы воочию увидите разницу в возможностях: что могла делать с помощью кисти обезьяна и что умеет человек. Узнаете человека в деталях, которые достались ему от бактерий, рыб, рептилий и первых млекопитающих. И поймёте, что жабры и хвосты никому не делись, — просто используются теперь по-другому. Муляжи скелетов позволяют по косточкам изучить обезьяну и современного человека, сравнить их, выявить сходства и различия.

Проект подготовлен интернет-порталом «Антропогенез.ру», кафедрой антропологии МГУ им. М.В. Ломоносова, лабораторией реконструкции Института этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН, Колтушским антропоидником Института физиологии им. И.П. Павлова РАН (Санкт-Петербург).

**Когда** До конца года.

**Где** Москва, ул. Малая Грузинская, д.15, стр.1 (Государственный биологический музей им. К.А. Тимирязева).





## ТОП-5 ботанических садов

### Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН

Один из крупнейших и богатейших — более 8 тысяч видов растений — ботанических садов в Европе и крупнейший сад-институт в России. Здесь нашлось место растительности практически всех континентов и климатических зон земного шара. Самая большая здешняя коллекция состоит из тропических и субтропических растений. Сад основан в 1945 году и назван в честь советского ботаника, генетика и селекционера Николая Цицина.

Где Москва, ул. Ботаническая, д. 4, стр. 2.





### Аптекарский огород

Старейший ботанический сад России, основанный Петром I в 1706 году, и один из самых старых парков Москвы. Был создан для выращивания лекарственных растений. Сейчас здесь можно увидеть крупнейшую в стране коллекцию орхидей, свыше 2 тысяч видов суккулентов, более 80 видов и сортов сирени и огромное количество других растений.

Аптекарский огород — отличное место для прогулки, когда хочется побыть наедине с собой. Иногда, впрочем, здесь проходят выставки, фестивали, концерты, спектакли и другие культурные события.

Где Москва, просп. Мира, д. 26, стр. 1.



### Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина

Самый северный ботанический сад в России и один из трёх в мире, расположенных за полярным кругом. Входит в состав Кольского научного центра РАН. Здесь собрано более 400 видов растений Мурманской области, ведутся исследования по акклиматизации и воспроизводству новых видов растений.

Где Мурманская область, Кировск, ул. Ботанический Сад.

### Центральный сибирский ботанический сад СО РАН

Здесь кипит научная работа, ведутся активные ботанические и экологические исследования, при этом посетить сад может любой желающий.

Дендрарий и лесопарк насчитывают 400 видов растений. В оранжереях представлено более 3 тысяч тропических и субтропических видов. Имеется большая коллекция гербарных листов, семян, лишайников и грибов. А ещё здесь водится множество птиц, в том числе хищных, и животных.

Где Новосибирск, Академгородок, ул. Золотодолинская, д. 101.

### Ботсад Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН

Ещё один сад, основанный Петром I, правда, несколько позднее, в 1714 году.

Что приятно, здесь можно выбрать и заказать экскурсию, а электронный билет приобрести на сайте. На территории сада находится Ботанический музей им. В. Л. Комарова, который насчитывает более 80 тысяч образцов. Экспозиция музея посвящена растительности Земли: происхождению и эволюции растений, их взаимодействию с человеком.

Где Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2.





# Пигмент цветка, запах кошки

## Неоднозначная *Ribes nigrum*

Одни считают запах чёрной смородины самым прекрасным в мире, символом лета и детства; интересуются, где достать духи с таким ароматом. Другие цинично утверждают, что смородина пахнет кошачьей мочой. Обе стороны правы.



ЕЛЕНА КЛЕЩЕНКО  
[«ХИМИЯ И ЖИЗНЬ»,  
СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ  
«КОТА ШРЁДИНГЕРА»]

Запах действительно своеобразный. Как сообщает Этимологический словарь Фасмера, слово «смородина» происходит от «смород» — смрад. Особенно сильно благоухают листья и почки. И свой вклад в этот запах вносят те самые вещества, которыми пахнут кошачьи метки: 4-метокси-2-метил-2-бутантиол и 4-меркапто-4-метилпентан-2-он, также известный как «кошачий кетон». Вообще, многие соединения, содержащие сульфгидрильную, или тиоловую, группу (SH), пахнут противно или на любителя. В листьях смородины таких веществ больше, в ягодах меньше, но в обоих случаях концентрации мизерные. Прочие компоненты за-

паха — вполне приличные душистые вещества: в спелых ягодах — эфиры, производные терпенов, спирты, альдегиды, кетоны и др., всего более двухсот; в листьях — различные монотерпены и сесквитерпены, а также их производные со смолистым и бальзамическим запахом. Класть листья смородины в рассол для огурцов вместе с пряными травами — очень даже неплохая идея.

Смородину любят во многих европейских странах: пекут из неё пироги, варят варенье, делают ликёры, настойки и наливки. А вот в Америке этой ягоде не повезло. Когда О. Генри в рассказе «Исповедь юмориста» упоминал «общие места, обильные и пресные, как чёрная смородина», он, конечно, не знал, что это сравнение ему вот-вот испортят. В начале XX века в США запретили выращивать смородину из-за обитающего на ней грибка — возбудителя пузырчатой ржавчины

хвойных, который сочли опасным для лесопромышленности. Смородина — промежуточный хозяин этой заразы, а вот сосну она может убить. В итоге смородины в Америке стало так мало, что сегодня кулинары и садоводы объясняют в интернете разницу между ней и мелким чёрным изюмом (который по-английски иногда называют «закинской смородиной»). Лишь недавно любители настоящей смородины добились отмены запрета в некоторых штатах. За сто лет появилось много сортов, устойчивых к пузырчатой ржавчине, и в любом случае, если не сажать кусты вплотную к соснам, заражения не произойдёт.

И вовсе смородина не пресная. Кислый вкус ей придают органические кислоты, в том числе аскорбиновая (витамин С), — её там больше, чем в апельсинах: в 100 г ягод 100–180 мг. В Великобритании во время Второй мировой войны маленькие дети бесплатно получали черносмородиновый сироп — всяческие продукты на основе чёрной смородины там популярны до сих пор. Правда, надо помнить, что аскорбиновая кислота разрушается при нагревании, поэтому кипятить смо-

родиновый компот не стоит. А ещё в этой ягоде есть витамины группы В, каротин, биофлавоноиды (витамин Р), которые, как и аскорбинка, препятствуют ломкости сосудов. Сахаров в десертных сортах тоже хватает, так что слишком кисло не будет.

Тёмной, насыщенно-фиолетовой смородину делают антоцианы. Антоциан — это антоцианидин, вещество из группы флавоноидов (см. верхнюю часть рисунка: конструкции из бензольных колец — это они), с углеводным довеском (R на рисунке). Главные антоцианидины чёрной смородины — дельфинидин и цианидин. Кстати, именно эти пигменты окрашивают лепестки василька, розы или того самого дельфиниума, из которого был выделен дельфинидин. Как и беталаины, содержащиеся в свёкле, антоцианы обладают свойствами индикаторов: в щелочной среде синеют, в кислой краснеют.

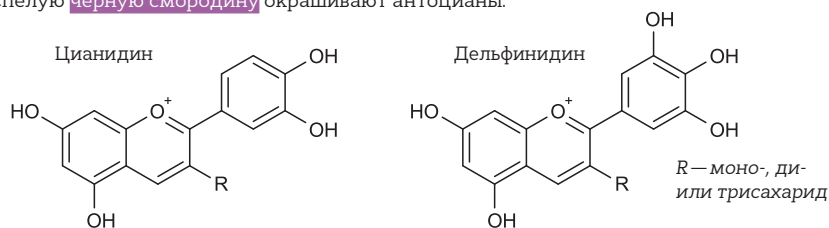
Смородина кислая, и пигменты скорее красные, но если переложить соды в тесто для пирога, сок окрасит его лиловыми пятнами (сода даёт щелочную реакцию).

Наконец, **пектины** — полимеры галактуроновой кислоты. В присутствии сахара и кислот они образуют сеть, и варенье без всякого желатина по консистенции становится похожим на желе. Кстати, протёртую и простерилизованную чёрную смородину с добавкой сахара по вкусу последнее время стали называть «пектином из смородины»: биохимический термин пошёл в массы.

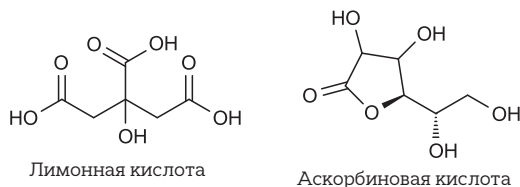
Можно и не варить варенье, а запасть урожай в холодильнике. Луч-

Цвет, вкус, запах

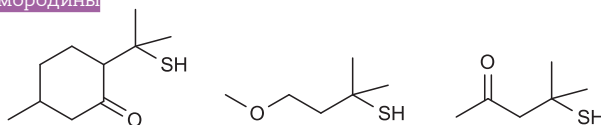
Спелую **чёрную смородину** окрашивают антоцианы.



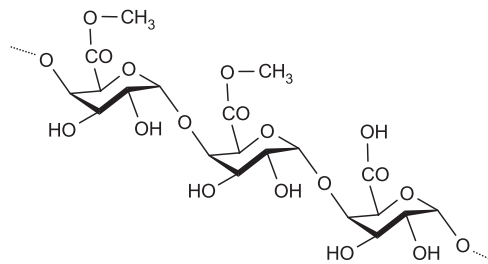
**Смородина** кислая из-за органических кислот. В том числе аскорбиновой.



Листья и ягоды **чёрной смородины** пахнут соединениями, содержащими SH-группы. Некоторые из них присутствуют также в кошачьей моче.



**Пектины** — полимеры галактуроновой кислоты. Благодаря им смородиновое варенье превращается в желе.



ше всего витамины и ароматические вещества сохраняются при шоковой заморозке (-37... -40 °C). Специальные пакеты для замораживания и хранения продуктов есть во многих супермаркетах, но сойдут и обычные фасовочные. Это вам сейчас кажется, что смородины слишком много и кислый компот надоел, а в ноябре-декабре вы измените своё мнение.

“Что касается запахов — любопытный пример биохимического сходства растений и животных. Хорошо бы ещё с валерианой разобраться...”



ПИРОГ С ЧЁРНОЙ СМОРОДИНОЙ И ТВОРОГОМ

Смешайте 200 г муки с разрыхлителем (1 ч.л.), нарубите на доске с мукой 150 г холодного сливочного масла, измельчите его в крошку. Добавьте 100 г сахара, 50 мл сметаны, замесите тесто и поставьте его в холодильник на 30 минут. В это время помойте смородину и положите сушиться; 400 г жирного творога перемешайте в блендере со 100 г сахара и ванилином, добавьте 80 мл сметаны и 1–2 ложки крахмала. Выложите тесто в форму для выпечки, смазанную маслом; распределите его руками и сделайте бортики, наколите вилкой в нескольких местах. Выложите творожную начинку, затем ягоды, посыпьте сахаром. Выпекайте 25–30 минут при 180 °C, перед подачей остудите.



# Квест: наука на ВДНХ



## Погулять с пользой по главной **выставке** страны

■ ЕВГЕНИЯ БЕРЕСНЕВА

«Кот Шрёдингера» представляет научный квест по Москве. Отгадывайте загадки, узнавайте новое об истории страны и науки. Фотографии с маршрута выкладывайте в социальных сетях с хештегом #квестКШ.

### Вам понадобятся:

- СМАРТФОН** с камерой и мобильным интернетом.
- КРЕПКИЕ НОГИ**
- ВРЕМЯ**, примерно 2 часа.

# 1

**НАЧИНАЕМ** маршрут от южного вестибюля метро «ВДНХ». Здесь, на аллее Космонавтов, вы без труда найдёте памятник учёному, который считается основоположником теоретической космонавтики. В частности, в 1903 году он описал первую ракету дальнего действия. **Что это за учёный?** Найдите и запишите его высказывание, выбитое на одном из монументов.

# 2

**В ПОЯСНЕНИИ** к одному из памятников в том же сквере говорится, что мы видим картину такой, какой она была 4 октября 1957 года. И это правда, за исключением одной детали. Кое-что в этой композиции не соответствует современным представлениям учёных. **Что именно?**

# 3

**ВОЙДИТЕ** на территорию ВДНХ через центральный вход. Найдите павильон, где выставлялись черенковые счётчики, спектрометры, макеты ледоколов «Ленин» и «Сибирь». В момент открытия, в 1954 году, это был павильон одной из республик СССР, о чём напоминает оформление фасада. Рассмотрите

те его и попробуйте догадаться, **какого изображения не хватает** по центру: оно было сделано при строительстве, но по политическим причинам закраслено к открытию.

# 4

Павильон, на котором сейчас можно увидеть её имя, когда-то назывался «Наука» [правда, совсем недолго]. А посвящённая ей скульптура, расположенная неподалёку, в 1956 году оказалась шестнадцатой лишней. Тем не менее она стоит по сей день — отыщите и **сфотографируйте её**.

# 5

**ТЕПЕРЬ** вам предстоит найти павильон, который носит имя частично признанной республики. Не удивляйтесь: на фасаде вы увидите его старое название и отсылку к Академии наук СССР. **Попробуйте отыскать** в оформлении этого здания один из самых популярных советских символов, но в непривычном виде.

# 6

**НАЙДИТЕ** место, названное в честь знаменитого российского учёного. Известен он прежде всего трудами по физиологии растений, в частности изучением процессов фотосинтеза. Дойдя до цели, **обратите внимание** на соседний павильон, созданный знаменитым архитектором Дмитрием Чечулиным и напоминающий башни Московского Кремля. Как он называется?

# 7

**СЛЕДУЮЩИЙ ПУНКТ** — павильон, где в середине прошлого века можно было увидеть действующий ядерный реактор. Он работал на уране-235 и был смонтирован открытым способом, чтобы все желающие могли наблюдать за работой установки. Базовая мощность реактора составляла 10 киловатт. **Как называется** сейчас этот павильон, признанный памятником архитектуры?

# 8

**В 1988 ГОДУ** он произвёл фурор, вернувшись из космоса после 205-минутного полёта, и даже попал в Книгу рекордов Гиннеса. Этот полёт должен был открыть новую страницу отечественной космонавтики, но оказался первым и последним. Подробнее об истории аппарата и уникальных научных разработках вы узнаете, если **найдёте** на ВДНХ посвящённый ему музейный комплекс.

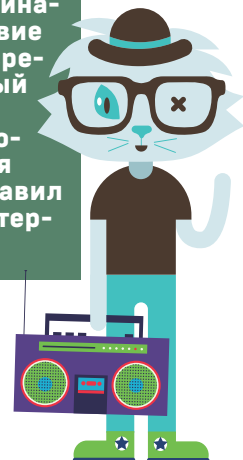
# 9

**НА ВДНХ УВЕКОВЕЧЕНО** имя ещё одного учёного-биолога. **Найдите** само место, названное в его честь, и памятник. Именно здесь в 1954 году были представлены 56 сортов плодовых деревьев, выведенных учёным.

# 10

**ПОСЛЕДНИЙ ОБЪЕКТ**, который вам предстоит **найти**, один из старейших на территории ВДНХ. Эта метеостанция открылась в 1939 году и действует до сих пор, фиксируя температуру воздуха и почвы, влажность, направление и скорость ветра. Со временем неподалёку от станции построили павильон, посвящённый этой области науки; долгое время здесь работала уникальная выставка. От метеостанции пройдите к павильону и **узнайте**, что в нём сейчас.

«Прогулка по ВДНХ напоминает путешествие на машине времени. Каждый период советской истории, начиная с 1930-х, оставил здесь характерный след.»







# Проблема третьей мыши

■ ГРИГОРИЙ ТАРАСЕВИЧ

Из отчёта о лабораторном исследовании эффективности нового лекарственного препарата:

- 33% экспериментальных животных отреагировали на препарат положительной динамикой.
- 33% проявили индифферентность к терапии.
- К сожалению, третья мышь убежала.

Этот анекдот про методику эксперимента, а точнее, про размер выборки. Наивная логика подсказывает нам, что если один объект обладает неким свойством, то и другой такой же будет им непременно обладать. Если один стеклянный стакан при падении с двух метров на паркетный пол разбился, то другой стакан из этой партии тоже разобьётся.

Реальный мир гораздо сложнее даже в случае со стаканом. Разбившийся мог обладать скрытым дефектом. Или повлиял угол соприкосновения стакана с полом, или твёрдость конкретной паркетной доски, или что-то ещё. Чтобы быть уверенным, нужно уронить как минимум десяток, а лучше сотню стаканов\*. Желательно, чтобы их бросали разные люди, дабы исключить воздействие экспериментатора на результат.

Что уж говорить о таких сложных объектах, как живые системы. К примеру, одна небольшая мутация в геноме отдельной мыши может радикально изменить эффект от препарата. А уж если животные содержались в хотя бы чуть-чуть разных условиях, любые выводы становятся бессмысленны-

\* Редакция «КШ» не рекомендует проводить подобные испытания в домашних условиях. Пожалуйста, не бросайте стаканы. И соседей.

ми. Поэтому многие умные люди знакомство с исследованием начинают с чтения методики. Если она корректна, можно посмотреть и на результаты. То же самое относится к изучению человеческого поведения. Читаешь, например: «99% российской молодежи не интересуется современной наукой». Огорчаешься. Потом смотришь на методику: «...было опрошено 30 студентов петропетровского чугунно-футбольного колледжа». Успокаиваешься.

Анекдот про мышей хорошо применим к гуманитарным исследованиям ещё и потому, что 33% выборки в нём просто убежало. А ведь подавляющее большинство работ по социологии и психологии основывается на опросах людей, согласившихся участвовать в исследовании, и не учитывает тех, кто отказался. Но не надо говорить: «Все учёные врут!» Наука может получать относительно объективные результаты. Просто надо очень серьёзно работать с методами. И следить, чтобы мыши не убежали.

## Анекдот на ту же тему

Едут по Австралии биолог, физик и математик. Видят: на лугу пасётся чёрная овца.

Биолог:

— Смотрите, в Австралии живут чёрные овцы.

Физик:

— Нет, в Австралии живёт как минимум одна чёрная овца.

Математик:

— Нет, господа. В Австралии живёт как минимум одна овца, и как минимум с одной стороны она чёрная. 🐾