



Научно-популярный журнал kot.sh

NAUKA+
ВСЕРОССИЙСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ



Издаётся при поддержке Минобрнауки России



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА

КОТ ШРЁДИНГЕРА

#2(51) 2022



Топ-5
фараонов

7

ЛУЧШИХ
СПОСОБОВ
дышать

Как победить

СТРАХ?

ВНУТРИ ЧЁРНОЙ ДЫРЫ

Термоядерная
УТОПИЯ



Science Art. Лучшие советские динозавры



Московский
государственный
университет
имени М. В. Ломоносова

ПОСТУПАЙ
ПРАВИЛЬНО

Центральная
приемная
комиссия
МГУ имени
М. В. Ломоносова



срк.msu.ru

КОЛОНКА КОТА



Журнал «Кот Шрёдингера»
№ 2 (51) 2022 г.

Учредитель и издатель
ООО «Дирекция Фестиваля
науки»
Адрес: 119992, г. Москва,
ул. Ленинские горы, д. 1,
стр. 77
Тел.: +7 (495) 939-55-57
Сайт: www.kot.sh
ВК: vk.com/kot_sch

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

Издаётся при поддержке
Минобрнауки России.

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

Директор по развитию:
Анна Кронгауз
Координатор образовательных
программ: Ирина Моисеева

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

При создании этого номера
ни один кот не пострадал.

Образовательная программа
«Кота Шрёдингера» реализуется
при поддержке Фонда
президентских грантов.

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

Подписано в печать
16 июня 2022 г.

© ООО «Дирекция Фестиваля
науки», 2022

Обложка: Евгений Ильин;
CodexSerafinius /
Shutterstock

● Мяу, добрые друзья!

«У попа была собака...» – такими словами заканчивается этот номер. Там, в весёлой рубрике «Научный анекдот», мы рассказываем, как работает рекурсия (когда что-то содержит ссылку на себя). Хорошо работает, весело. Но есть там и грустный момент – про собаку: «он её убил». Я бы не хотел собачке такого вот конца. Откуда же он взялся в детском стихе?

Лучше видеть радостную сторону мира помогает его тёмная сторона. Так, герой нашего номера трансплантолог Сергей Готье спасает людей, пересаживая им органы. Но чтобы это чудо науки могло происходить, мы должны понимать, что люди, бывает, умирают.

С помощью учёных мы заглядываем в чёрные дыры человеческой природы. Исследуем страх, чтобы понять, как его победить. Но и про светлую сторону реальности «Коту Шрёдингера» забывать не пристало: одна из главных историй номера – о том, как самый крупный научный проект человечества воплощает наши мечты о лучшем будущем.

Да и с собачкой всё хорошо, ведь стихок про неё бесконечен и каждый раз начинается со слов...



Содержание



4 ▶ Новости без хвоста

6 ▶ Простые вещи
Свеча

8 ▶ Наивные вопросы

Правда ли, что главной темой наскальных рисунков была охота?

Когда уже появится еда, одной ложкой которой можно наесться?



10 ▶ Человечище

Интервью с хирургом Сергеем Готье, корифеем трансплантологии

ТЕМА НОМЕРА

18 ▶ В чёрной дыре

Наполовину текст о космических монстрах, наполовину комикс о приключениях Кота Шрёдингера и астронома Владимира Сурдина

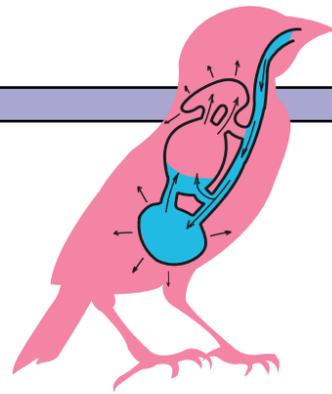
ДИКТАТУРА БУДУЩЕГО

28 ▶ Термоядерная утопия

Как ИТЭР стал местом, где осуществляется вековая мечта человечества

ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ

36 ▶ Спорные новости



40 ▶ Разговоры за мозг с нейробиологом Филиппом Хайтовичем

Осторожно! В этом тексте слово «мозг» встречается 78 раз

48 ▶ Красивый гад Species nova

56 ▶ 7 лучших способов дышать

62 ▶ Динозавр как искусство

Ламповый советский Science Art



ЗАКОНЫ СВОБОДЫ

70 ▶ Чего мы боимся?

Страх глазами психолога, физиолога, психотерапевта и медика

78 ▶ Как я борол и поборол страх

80 ▶ Не Тутанхамон

Топ-5 фараонов по мнению египтолога

86 ▶ Земля плоская?

Шеф-редактор «КШ» рвёт шаблоны

КУЛЬТУРНЫЙ РАЗВОРОТ

90 ▶ 5 книг, которые стоит прочитать каждому образованному человеку



СВОИМИ МОЗГАМИ

92 ▶ ЁГЭ

Научно-популярный тест по сказкам, вампирам и букве «ё»



АНЕКДОТ

96 ▶ «У попа была собака...»



ВОПРОСЫ ПО НОМЕРУ

Ответы ищите на страницах журнала

Скажите, у вас есть квидосаки?

Совсем нет? Очень грустно. А у кого они есть или были наверняка?

А. У японских самураев. Это форма ритуального меча.

Б. У древних мангалов. В их языке эта форма времени обозначала действия в будущем, которые не могут быть выполнены, поскольку всё время переносятся.

В. У фараонов. Так назывались жрецы, которые следили за излучением звёзд.

Г. У некоторых моллюсков. Это такие мешочки на теле, куда животные складывают жальщее вещество, украденное у других организмов.

Д. У японского императора. Так называется чувство, когда ты знаешь о мире больше, чем другие, и испытываешь по этому поводу экзистенциальную радость.

Что нужно, чтобы запустить термоядерную электростанцию?

А. США, Россия, Китай, Евросоюз, Япония и другие страны должны договориться делать проект на равных.

Б. Необходимо финансирование в размере не меньше двадцати миллиардов евро.

В. Учёные и инженеры должны непрерывно работать пятьдесят лет.

Г. Нужно получить температуру в десять раз больше, чем в центре Солнца.

Д. Всё вышеперечисленное.

Как называется книга Аси Казанцевой, которую мы рекомендуем для развития критического мышления?

А. «В интернете я права».

Б. «В интернете все правы».

В. «В интернете кто-то неправ!».

Г. «В интернете неправых нет!».

Д. «В интернете столько ерунды, что я не стала бы писать об этом книгу».

Что разбудило Марию Пази — постоянного автора «КШ» и лауреата конкурса «Лучший научный журналист Европы»?

А. Пение ночных моллюсков.

Б. Скрип тектонических плит.

В. Удары нейтронов о протоны.

Г. Скрежет механизмов эволюции.

Д. Новость о том, что глобальное потепление сокращает время сна.

Что, по мнению антрополога Марины Бутовской, является исключительно человеческой чертой, которой нет у других приматов?

А. Поддержание иерархии в группе.

Б. Внутривидовая агрессия.

В. Умение мириться с чужаками.

Г. Конкуренция между особями.

Д. Навык использования смартфона для открывания бутылки с газировкой.

По мнению шеф-редактора «КШ» Григория Тарасевича, Земля...

А. Плоская.

Б. Шарообразная.

В. Имеет форму эллипсоида.

Г. Имеет форму геоида.

Д. Степень точности определения формы Земли зависит от конкретной задачи.

Собрались как-то учителя физики вечером на даче. Чаще всего до соседей долетали слова: «плазма», «капиллярный эффект», «пламя», «свободные радикалы»... Как вы думаете, о чём говорили прогрессивные педагоги?

А. О термоядерном реакторе.

Б. О ситуации в мире.

В. О реформе среднего образования.

Г. О личной жизни.

Д. Об обычной свече, которая горела на столе.

Новости без хвоста



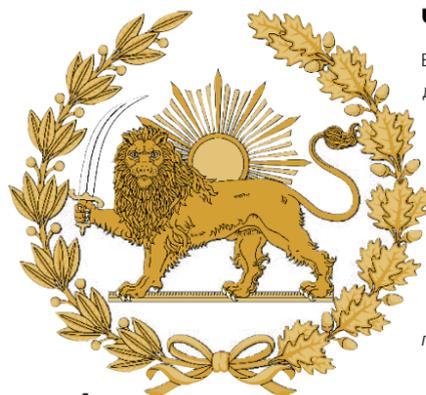
Магаданская мидия болеет раком

Биологи СПбГУ, Института биологических проблем Севера ДВО РАН (Магадан) и Национального научного центра морской биологии имени А.В. Жирмунского (грант РФФИ) впервые генетически описали онкологическое заболевание голубых мидий — неоплазию двустворок. Этот рак заразен, передаётся мобильными генетическими элементами. Одна из двух описанных в работе генетических линий болезни обнаружена по другую сторону Тихого океана — у мидий Британской Колумбии. *Исследование выполнено в рамках проекта Российского научного фонда (РНФ).*



Горцы, овцы и молоко

Большой международный коллектив учёных, среди которых сотрудники МГУ и Института археологии РАН, изучил белки, сохранившиеся на зубах 45 человек, живших 9–3,5 тыс. лет назад на Кавказе. Учёные выяснили, что овечье молоко там пили уже 7 тыс. лет назад, а козье стали употреблять на 2–3 тысячелетия позже. *Работа велась при поддержке Российского научного фонда (РНФ).*



Чем недоволен персидский посол

Востоковеды СПбГУ подготовили сборник «Персидские дипломатические документы времён шаха Сафи I из собрания Российского государственного архива древних актов», в котором впервые опубликована вежливая, но напористая переписка посла и купца из Персии Биджан-бека с царём Михаилом в XVII веке. Биджан-бек успешно отбивается от пошлин и притязаний местных властей и даже употребляет в тексте на фарси русские слова «кинас» (князь), «укас» (указ), «пичак» (печать) и «пирикаса пусулскай» (Посольский приказ). *Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (РНФ).*



Сосуды делают из крови

Специалисты НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (НОЦ «Кузбасс») запатентовали технологию получения биосовместимого и безопасного материала для создания любых сосудистых протезов. Для тканевой инженерии они используют белок фибрин, содержащийся в крови пациента.

Фиолетовую пшеницу назвали Надира

Учёные из Казанского научного центра РАН в рамках госзадания Минобрнауки России создали сорт пшеницы Надира (имя переводится как «редкостная красавица»). Изготовленные из неё продукты помогут снизить риск онкологических заболеваний и повысить иммунитет. Фиолетовый цвет зерна связан с высоким содержанием природных антиоксидантов — антоцианов.

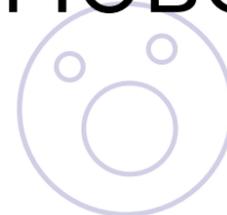


Нанонейроны для золотого мозга

Учёные МФТИ и МГУ доказали, что для модели мозга «нейроны» лучше всего делать с помощью нанопроводов из золота. Это исследование выполнено при поддержке РФФИ. Сверхпроводящие нанонейроны ведут себя аналогично живым, они маленькие и потребляют мало энергии.

Источники: Минобрнауки России, Российский научный фонд (РНФ), МГУ им. М.В. Ломоносова

Новости, которые нас...



Андрей Константинов, управляющий редактор «КШ»

...поразили

Огромный непознанный мир лежит у нас под ногами. Меня поразила обзорная статья в Science об исследованиях ядра Земли — железного шара размером с Плутон в 5000 метров под нами. Сейсмологи называют его планетой внутри планеты — со своей топографией и структурой: он бугристый, с холмами высотой в сотни метров. Даже вращается железная планета в своём темпе, то чуть быстрее каменной оболочки, то замедляясь. Под давлением в 3 миллиона атмосфер ядро даже при температуре 6000 °C остаётся твёрдым. Только железо собирается не в кубические кристаллы, как в нашем мире, а в загадочные шестиугольные... Поверхность железной планеты скрыта под океаном — тоже железным, но расплавленным. Течения в нём генерируют магнитное поле Земли. Оказывается, твёрдое ядро сформировалось совсем недавно по геологическим меркам — всего полмиллиарда лет назад. Как раз вовремя: магнитное поле планеты почти иссякло, а железное сердце вернуло магнитосфере былую силу, и сразу начался кембрийский взрыв — расцвет многоклеточных форм жизни, защищённых магнитным щитом от солнечной радиации.



Мария Пази, постоянный автор «КШ»

...разбудили

Считается, что каждый третий взрослый стабильно не высыпается. Среди воров нашего сна — поздние приёмы пищи, кофеин и стресс. Виноваты и гаджеты: свет экранов в тёмное время суток гасит выработку гормона сна, мелатонина. Но на наши невыспавшиеся головы свалилась ещё одна беда планетарного масштаба. Учёные из Университета Копенгагена показали, что глобальное потепление, помимо прочего, разрушает и человеческий сон. Они сделали этот вывод на основе 7 миллионов записей ночного сна от более чем 47 000 взрослых из 68 стран. В жаркие ночи люди спят немного меньше, а вероятность того, что человек не выспится, возрастает с повышением температуры. Организм тратит много сил на терморегуляцию, поэтому, когда в помещении слишком жарко или холодно, животные и люди спят хуже. Причём к низким температурам люди приспосабливаются лучше, чем к высоким. А в мире тем временем становится всё теплее...



Виталий Лейбин, главный редактор «КШ»

...порадовали

На Земле гораздо больше видов живых существ, чем мы думали. Навскидку — раз в пять. По крайней мере это показано для симпатичных тропических голожаберных моллюсков вида *Coryphellina rubrolineata*. Это такой четырёхсантиметровый морской слизняк, то есть моллюск без раковины, — полупрозрачный, с отростками, на концах которых накапливаются стрекательные (жалящие) клетки из съеденных им молодых медуз. До мая 2022 года считалось, что это один вид, но биологи из МГУ и Института проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН нашли внутри него четыре. Исследование было поддержано РФФИ. Как нашли? Конечно, с помощью анализа генома. Удешевление технологии «чтения» ДНК вызвало в биологии научную революцию. Строить дерево происхождения видов теперь можно не на основе ненадёжных внешних черт, а точно — по генам. Оказалось, эволюционные пути только что открытых *Coryphellina pseudolotos*, *C. pannae*, *C. flamma* и *C. aurora* разошлись довольно давно, просто они похожи внешне и поэтому считались одним видом. Но жизнь оказалась разнообразнее наших представлений о ней. ^_^



СВЕЧА

Плазма,
капилляры

✍ Анастасия Шартогашева, ^
Григорий Тарасевич



и свет
научного
познания

Собрались как-то на даче учителя физики. Приготовили пять килограммов шашлыка, рассказали три анекдота про расщепленные нейтрино и придумали четырнадцать реформ образования. Наступил поздний вечер — самое время отдохнуть на террасе. И тут появился Карл Саган. Точнее, не сам астрофизик, а его книга «Мир, полный демонов. Наука — как свеча во тьме». Один из гостей начал зачитывать поставленным педагогическим голосом:

«...Я опасаясь постоянно возрастающего соблазна псевдонауки и суеверия. Вновь звучно, привлекательно звучит песня сирен. Где мы слышали её прежде? Всякий раз, когда в нас пробуждаются расовые и национальные предрассудки, когда приходится затянуть пояса, когда национальная гордость или мужество подвергаются испытанию, когда мы принимаемся горевать о падении достоинства человека и его роли во Вселенной, когда вокруг вспыхивает фанатизм, тут же оживают привычки, нажитые за тысячелетия. Трещит пламя свечи. Дрожит и сужается маленький круг света. Сгущается тьма. Во тьме шевелятся демоны...»

Ровно на этих словах что-то нехорошее случилось с поселковым трансформатором.

На террасе погас свет. Учителя отложили книгу в сторону и зажгли свечку. Смотрят они на огонёк и, как положено педагогам, думают, чему учить школьников.

1-й учитель физики:
— Простота свечки кажущаяся. Если внимательно разглядывать её разноцветное пламя, можно понять важные законы физики. Сам Майкл Фарадей называл пламя свечи «окном в науку» — и прочитал по этому поводу не одну, а целых шесть рождественских лекций для молодёжи. Надо и мне попробовать.

2-й учитель физики:
— Точно! Я бы рассказал о капиллярном эффекте. Топливо, питающее пламя свечи, — расплавленный воск — поступает по капиллярам внутри фитиля. Точно так же, как вода проникает в волокна полотенца или путешествует по тканям дерева. Капиллярные силы преодолевают силу тяжести и поднимают жидкий материал свечи вверх.

3-й учитель физики:
— Но дело не только в капиллярном эффекте, коллега. Часть топлива

поступает вверх без всяких капилляров, в потоке горячего газа. Это пары воска, которые образуются под пламенем в результате испарения лужицы расплавленного топлива. Можно провести эффектный эксперимент: если аккуратно задуть пламя и быстро пронести спичку над дымящимся фитилём, можно увидеть, как парящие над свечой горючие газы снова воспламеняются.

4-й учитель физики:
— Не забываем про силу тяжести. Пламя свечи нагревает воздух, тот поднимается вверх, а кислород из него расходуется в реакции горения. На освободившееся место поступает прохладный и богатый кислородом воздух снаружи. Но «вверх» и «вниз» существуют только там, где действует гравитация. Если её нет, топливо сгорает и улетучивается во всех направлениях одновременно. Учёные из NASA проверили эту гипотезу: они зажгли свечу на борту космического корабля и увидели ровный шарик пламени вокруг фитиля.

5-й учитель физики:
— Давайте-ка вспомним и о братьях наших химиках. Тепло и свет свечи — это побочный результат реакции горения. Энергия, которая была заключена в химических связях между атомами в молекулах углеводородов, при их разрушении выделяется в форме тепла и света. На разной высоте химический состав пламени разный: внизу больше кислорода, поэтому топливо сгорает полностью, до воды и углекислого газа. А вот в верхней части язычка присутствуют и промежуточные продукты: угарный газ и чистый углерод, образующий частицы сажи.

6-й учитель физики:
— Я бы обратил внимание школьников на цвет пламени. Почему сверху оно жёлтое? Те, кто видел опыты с солями разных металлов, окрашивающими пламя во все цвета радуги, обычно начинают искать в свечке натрий. Но в данном случае дело совсем не в нём! А в чём? Правильно: в саже и копоти — частичках углерода, которые образуются в процессе горения углеводородов при нехватке кислорода. Эти частицы излучают сплошной спектр,

цвет которого зависит не от химического состава, а от температуры. Пламя свечи не слишком горячее — около тысячи градусов, — поэтому оно жёлтое.

7-й учитель физики:
— Но это не вся история. Стоит подумать, почему нижняя часть пламени окрашена иначе, в голубой цвет. Здесь много кислорода, и углеводороды сгорают полностью, превращаясь не в углерод, а в углекислый газ. И тут нет частиц сажи, обеспечивающих сплошной спектр излучения, а есть лишь отдельные молекулы, которые дают дискретные спектры. Самые яркие из них — так называемые полосы Свана, характерные для свободных радикалов углерода. Полосы Свана расположены в сине-зелёной части спектра, поэтому внизу мы видим голубоватое пламя. В отсутствие силы тяжести шарик пламени свечи будет окрашен в голубой почти целиком.

8-й учитель физики:
— И вот ещё что — плазма! Да-да, она здесь тоже замешана. В пламени постоянно образуются заряженные частицы: отдельные электроны, оторвавшиеся от своих молекул, и положительно заряженные молекулы. Газ из заряженных частиц и есть плазма. Пламя спички, свечи, зажигалки, костра и других не слишком горячих вещей называют низкотемпературной плазмой. Как это доказать? Поместите свечку в электрическое поле, и пламя будет отклоняться, как на ветру; чем больше напряжение, тем больше язычок будет сносить в сторону отрицательно заряженного электрода...

В этот момент электрики починили трансформатор, и на террасе загорелся свет. Гость с самым педагогическим голосом долистал книгу Сагана до конца и зачитал: «...когда-нибудь наука принесёт нам свой главный дар: объяснит наше место в мироздании, кто мы и где в пространстве и во времени.»

Ну а после учителя физики отправились спать, и снилась им огромная восковая свеча, озаряющая тёмное пространство Вселенной на миллиарды световых лет. ^_^

Наивные вопросы



Правда ли, что главной темой наскальных рисунков была охота?

Спрашивает: **Алла Курбатова**, ученица 11-го класса, школа № 547, г. Москва

Отвечает: **Владислав Житенёв**, доцент кафедры археологии исторического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, доктор исторических наук

Алла, это неправда! Человек с самого начала, как только стал рисовать, изображал животных на стенах пещер. А людей практически не изображал. Ну разве иногда, но это не были люди в нашем понимании. Древние художники не рисовали обычных женщин, мужчин, мальчиков или девочек — видимо, только мифологических персонажей. Точнее, так: сначала думали, что это люди, переодетые в шкуры животных. Потом, по мере появления новых исследований, стало понятно, что это выдуманные персонажи, которые сочетают в себе черты человека и зверя. Очень часто — разных животных.

Что подразумевал первобытный человек, изображая подобных существ, мы не знаем. И непонятно, узнаем ли когда-нибудь. Ведь точный смысл, который человек вкладывает в свой рисунок, можно узнать только у него самого. Представьте, что вы впервые увидели изображение зубной феи, — вы не сможете сказать наверняка, почему девушка с крылышками держит в руках человеческий зуб. Можно придумать какие угодно интерпретации, но «подлинную» историю зубной феи мы узнаем только в том случае, если нам её расскажут или мы о ней прочитаем. Так вот, никаких письменных свидетельств о том далёком времени не сохранилось (самым старым изображениям больше 40 тысяч лет). Но мы знаем, что около 12 тысяч лет назад в истории человечества случился коренной перелом. Ледниковый период закончился — произошла так называемая голоценовая катастрофа. Закончился он очень резко: потепление шло гораздо быстрее, чем сейчас, и имело гораздо более трагические последствия для людей. Уровень Мирового океана за короткое время поднялся более чем на 30 метров. Изменилась вся жизнь. Если раньше люди охотились большими коллективами на мамонтов, на многотысячные стада лошадей и бизонов, то теперь огромные стада исчезли. Всё стало зарастать лесом, а люди оказались вынуждены охотиться на единичных животных. Переворот произошёл и в быту, и в искусстве. От реализма,

классического стиля эпохи ледникового периода, люди переходят к схематизму. Так рисуют маленькие дети: «палка, палка, огуречик, вот и вышел человечек». Но именно тогда — не раньше десятого тысячелетия до нашей эры — на скалах появляется большое количество изображений охоты. Человек к тому времени рисовал уже 30 тысяч лет. Мы знаем буквально пару рисунков раненых животных, но там нет людей. Нынешняя геологическая эпоха — голоцен — начинается в том числе с изменений в представлениях о мире, которые привели к появлению сцен охоты, но уже не в пещерах, а на скалах.

Когда уже появится еда, одной ложкой которой можно наестся?

Спрашивает: **Денис Алексеев**, ученик 9-го класса, лицей № 1, г. Донецк

Отвечает: **Александр Ермошин**, кандидат биологических наук, доцент кафедры экспериментальной биологии и биотехнологий Института естественных наук и математики Уральского федерального университета

Частый вопрос, между прочим. Если подходить к нему формально, то чтобы «съел ложку и сыт» — такого точно не случится.

Основные компоненты еды — белки, жиры и углеводы — имеют определённую калорийность. Вы должны получать 2000–2500 калорий в день, если у вас средняя масса тела и вы в основном сидите перед компьютером. Если вы ведёте активный образ жизни, калорий требуется ещё больше. Но один грамм белка всегда имеет одну и ту же калорийность, один грамм жиров тоже. В чайной ложке каши никогда не будет ста граммов белков и ста — жиров. Объём нашей пищи останется достаточно большим. Но мы работаем над улучшением питательных свойств продуктов. Трудность здесь в том, что количественные признаки обычно полигенные — за них отвечает система, в которую входит много генов. Поэтому путём классической селекции тяжело вывести, допустим, растения, у которых резко повысится содержание белка. Генно-инженерным путём это сделать тоже нелегко: пока мы умеем менять по два-три гена, а здесь речь идёт о слаженной работе десятков генов. При этом человек и так достиг очень многого: у предков картофеля клубни вообще не формировались, а дикие томаты были с ноготок. Селекционеры смогли отобрать растения, в которых содержится больше углеводов или жиров,

если мы говорим о масличных культурах, либо больше белка. Но классическая селекция уже близка к насыщению, вряд ли мы сможем ещё сильнее повысить содержание белка или жиров в продуктах питания. Питательная ценность продукта — это не только его энергетическая ценность. Есть незаменимые аминокислоты, которые мы должны получать с пищей. Белок, содержащий все незаменимые аминокислоты, называется полноценным. Однако растительные белки в основном являются неполноценными. Например, в злаках мало лизина, некоторые растительные продукты бедны триптофаном. Вот как раз в области повышения питательной ценности растений работы и ведутся, и здесь очень к месту оказывается генная инженерия. Например, мы можем ввести в растение гены, отвечающие за синтез специфических белков, из другого растения или животного, более полноценных по дефицитным аминокислотам.



Уральский федеральный университет попал в первую группу российских вузов, которые получают специальную часть гранта государственной программы «Приоритет 2030» по направлению «Исследовательское лидерство». До конца 2022 года УрФУ выделят 994 млн рублей.

Если не ошибаюсь, уже больше десяти лет назад были созданы линии кукурузы с генами одного из белков кешью, и теперь белок этой кукурузы содержит те самые незаменимые аминокислоты. Так что наука движется вперёд и в этом направлении: хотя с одной ложки сыты мы точно не будем, растения с большим содержанием белка, с белками более полноценными и с большим содержанием витаминов мы создаём.

ВСЁ, ЧТО ВЫ ХОТЕЛИ ЗНАТЬ О ПЕРЕСАДКЕ ОРГАНОВ, НО БОЯЛИСЬ СПРОСИТЬ

✎ Андрей Константинов, ^
Варвара Фуфаева
📷 Фото из архива ФГБУ «НМИТ
ТМО им. ак. В.И. Шумакова»
Минздрава России

Тема этого интервью — пересадка органов. Скорее всего, иногда вам будет неуютно, ведь речь пойдёт не только об открытиях и чудесах хирургии, но и о тяжёлых болезнях, смерти, об отношении общества к мёртвым. Но как иначе правдиво рассказать о том, как спасают жизни? Заодно разберёмся, на что способна современная трансплантология, как сейчас пересаживают органы, какие органы нашего тела можно заменить искусственными, а какие можно вырастить из собственных клеток человека.



Сергей Владимирович Готье — хирург с полувековым стажем, основатель нескольких направлений в современной российской трансплантологии, академик РАН и директор Национального медицинского исследовательского центра трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова, одного из ведущих центров мировой трансплантологии.

Сначала мы ждём. Интервью немного задерживается, потому что академик в реанимации — оперирует кого-то. Вскоре он приходит, но особой усталости не заметно. Между тем самому известному трансплантологу страны 74 года.

Хирурги не роботы

Мы попытались подсчитать, сколько лет вы занимаетесь пересадкой органов. Получилось, около полувека.

Не совсем так. Пересадкой я занимаюсь с начала 90-х, когда участвовал в первой в СССР трансплантации печени. А хирургический стаж — да, больше 50 лет.

Сколько примерно людям вы пересадили органы?

Трудно сказать. В начале пути каждый хирург ведёт счёт своим успехам, иногда даже записывает в дневник. Я никогда этого не делал. Статистика сохраняется в научных публикациях — когда начинаешь суммировать результаты, считаешь, сколько сотен операций того или иного типа было сделано. Больше тысячи, наверное, я сделал этих операций — за жизнь-то.

Как вы стали хирургом?

Вообще-то, я не планировал быть врачом, хотел пойти по технической части. Но я вырос в медицинской семье и в итоге не стал нарушать традиции: незадолго до поступления в одночасье принял решение идти в медицину.

В представлении многих хирург — это своего рода механик: чинит организм, меньше других врачей общается с пациентом, часто видит его впервые уже на столе под анестезией...

Хирург — это прежде всего врач, который, до того как залезть человеку в живот или ещё куда, должен понимать, зачем он это делает. Поэтому совершенно неверно думать, что хирург видит человека только

на столе с намазанным йодом телом, режет, уходит и забывает про больного. Другие специалисты не могут точно оценить тяжесть прооперированного пациента, это дело хирурга. Он лечит того, кого оперирует.

Конечно, бывает по-разному: есть хирурги, которые оперируют в составе бригады. Есть целый стиль конвейерной, массовой хирургии — скажем, рутинная кардиохирургия: когда хирург в день делает десять операций, ему о пациентах думать некогда. Он переходит из одной операционной в другую, везде выполняя одни и те же действия — штопая сосуды или пересаживая сердечный клапан. Такого типа хирургическое вмешательство, доведённое до автоматизма, сейчас всё лучше выполняют роботы.

Ура, роботы!

Роботы — это замечательно, они могут оперировать, выполнять определённые действия. Но пока робот в хирургии не может решать стратегические задачи — только тактические: он совершает манипуляции, основанные на запоминании алгоритма движений. А это не очень большой объём операций, ведь в данном случае речь идёт лишь о тех пациентах, для которых прогнозируется гладкое течение послеоперационного периода.

Но есть больные с тяжёлой сердечной недостаточностью — поступает пациент, у него сердце практически не сокращается, но это не значит, что мы будем лечить сердце. У него ещё почки больные, и печень, и лёгкие... И чтобы этому пациенту в конце концов пересадили сердце, его нужно вывести из тяжёлого состояния — это огромная командная работа.

На самом деле пересадить сердце довольно легко, а вот чтобы оно заработало — это настоящая наука. Этим занимается целая команда врачей, где хирург отвечает только за свой этап.

Где взять сердце для трансплантации?

Вы не поверите... Сердца берутся из наших российских граждан. После констатации их смерти, разумеется.

А что, звучит не так уж плохо — отдать своё сердце России...

Вы не подозреваете, насколько глубоко сейчас кокнули. Вопрос органного донорства — проблема государственного масштаба. Есть такое понятие, как «самодостаточность в органном донорстве», и любая страна, в которой развивается трансплантология, стремится к такой самодостаточности. К сожалению, людей, которые нуждаются в трансплантации, всё ещё значительно больше, чем донорских органов.

Как стать трансплантологом и донором органов

Как вы пришли в трансплантологию?

Я уже был достаточно опытным хирургом, и мне хотелось двигаться дальше. А такого направления, как трансплантация печени, в стране не было. Я работал с печёночными больными, и, в общем, сложилось так, что я был в бригаде хирургов, которые сделали первую операцию по пересадке печени в Советском Союзе. С этого и началась работа, которая в конце концов привела к тому, что я возглавил Институт трансплантологии. Конечно, пришивать приходится не только

печень: я делаю трансплантацию лёгких, комплекса сердце — лёгкие и многое другое. В последние четверть века самым важным считаю развивать ещё одно новое для России направление — детскую трансплантацию. Мы не только ребёнка спасаем, но и семью, ведь горе часто разваливает семьи, отец начинает пить... Раньше детей, которым требовалась пересадка печени, отправляли за границу, иначе жить им оставалось несколько месяцев, а то и дней. Но уже лет пятнадцать, как мы полностью освободили государство от этой заботы, — оперируем свыше 100 детей в год. Это только трансплантация печени, а есть ещё трансплантация почки — более 60 детишек ежегодно спасаем. Я теперь больше занимаюсь не лечением, а администрированием и организацией

работы в нашем центре, чтобы и мои ученики могли спасать людей. Наш институт — средоточие технологий и центр обучения профессионалов, мы занимаемся распространением методик, запускаем и курируем новые программы, обсуждаем пациентов. Почётная, но сложная работа.

Вы всё-таки делаете операции?

Стараюсь оперировать один-два раза в неделю, если я не в командировке, что бывает довольно часто. Понимаете, настал совершенно другой период и в моей жизни, и в развитии трансплантологии. В 1997 году, когда мы начали пересаживать печень детям, мне сначала приходилось удалять часть печени у живого родственника — это длилось часов пять-шесть, — а потом сразу оперировать ребёнка. Я мог провести в операционной до 20 часов без перерыва. Такое не должно продолжаться слишком долго, надо учить других. Мне удалось передать свои навыки, и сейчас по всей стране работают хирурги, умеющие делать трансплантацию.

В 1997-м пересадка печени была новаторским экспериментом?

Нет, это было внедрение международного опыта в российскую действительность. Сейчас мы среди мировых лидеров — впереди Китай, США и Индия, но это потому, что у нас меньше численность населения, а значит, и случаев, которые требуют лечения. В России делается более 500 пересадок печени в год. Основной контингент — люди с циррозом печени, в том числе переходящим в рак. А среди детей — с врождёнными пороками развития.

Им всем нужна печень от живых родственников?

Нет, теперь это далеко не так. Основной ресурс — посмертное донорство.

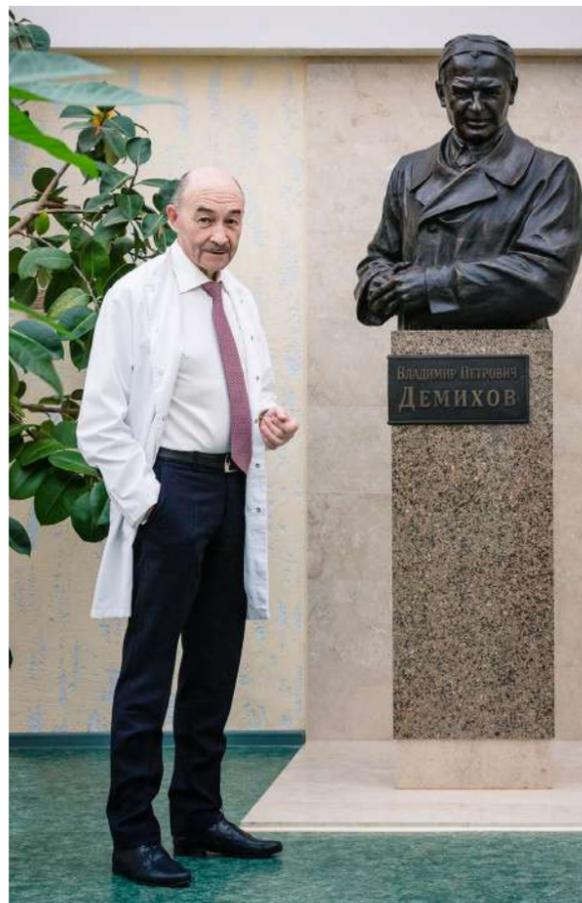


Вы говорите о людях, которые подписали согласие после смерти стать донорами органов?

Ничего подписывать не надо — по закону главное, чтобы вы не были против.

А как органы находят новых хозяев?

К сожалению, смерть наступает людей неожиданно. А каждое изъятие донорских органов в тот же день заканчивается трансплантацией. Важно организовать всё так, чтобы органы не пропали. Для этого есть лист ожидания — список пациентов, ждущих тот или иной орган.



Любому человеку подойдёт любая печень?

Орган должен соответствовать критериям, которые обеспечивают надёжность его имплантации с точки зрения дальнейшей функции. И если у умершего больная печень, никто её забирать не будет.

А как быть с иммунной системой, чтобы наш организм не отторгал чужой орган?

В настоящее время это вовсе не главный вопрос — есть лекарства, которые позволяют

модулировать иммунный ответ. Проблема в другом: органов не хватает. Поэтому и существует очередь, лист ожидания.

Но ведь и живые люди становятся иногда донорами почки или части печени?

Да, это отдельное направление в трансплантологии. Но у нас по закону вы можете стать донором только для своего родственника. Если кому-то показана трансплантация почки и возможности родственного донорства нет, человека ставят в лист ожидания и через какое-то время делают ему операцию. Это реальная возможность получить донорские органы. Если делать всё правильно — нужно, чтобы больной, пока ждёт, общался с врачом и тот мог компенсировать его состояние, продлить жизнь до трансплантации. Это ещё одна область медицины.

После трансплантации пациенты возвращаются к обычной жизни?

В основном да, но это зависит от личности и характера. У нас некоторые после пересадки лёгких плавают с аквалангом, понимаете? Я знаю человека, который не мог со своим заболеванием лёгких нырнуть с аквалангом, а это было его мечтой. И когда ему лёгкие пересадили, он таки смог. Одна девочка у нас после трансплантации лёгких родила ребёнка, а потом прыгнула с парашютом и спустилась в пещеру. В общем, запретов нет, только надо иногда проходить осмотр у доктора и вовремя принимать лекарства.

Что пересаживать будем?

Какие органы сейчас можно пересадить, а какие нельзя?

Мы должны исходить из того, что трансплантация влечёт за собой иммуносупрессию — подавление иммунитета, а значит, возможны осложнения. То есть это рискованное дело, и пересаживать имеет смысл только жизненно важные органы: сердце, лёгкие, почку, печень. Самый массовый вид трансплантации — это пересадка почки. Она сильно облегчает, а иногда и спасает человеку жизнь, особенно детям.

Почему именно почку пересаживают чаще всего?

Есть много заболеваний, которые приводят к терминальной почечной недостаточности. И, к сожалению, во всём мире они выявляются поздно. Таким пациентам можно продлить

жизнь с помощью диализа (искусственного удаления из крови избытка воды, растворённых веществ и токсинов. — «КШ»). Людей, которые находятся на диализе, тысячи, и они заинтересованы в трансплантации. Поэтому во всём мире лист ожидающих пересадки почки в десятки раз больше списков претендентов на сердце или печень.

Пересаживают только четыре органа: печень, почки, сердце и лёгкие?

Вместе с почкой диабетика иногда пересаживают поджелудочную железу, вырабатывающую инсулин. Довольно много операций сделано по пересадке конечностей. Для социализации пациентам иногда требуется пересадка фрагментов лица. Где-то уже практикуется пересадка матки для восстановления деторождения — это временная мера, потому что, если удастся выносить беременность, эту матку удаляют сразу после родов, чтобы прекратить иммуносупрессию. Это ростки нового, которые пока ещё не получили у нас распространения. В России все организационные и профессиональные усилия сейчас направлены на то, чтобы увеличить возможность граждан получить жизненно важные органы. Это всё ещё большая проблема.



Какой орган сложнее всего пересадить?

Наверное, всё-таки печень — больше вариантов, интереснее работать. Но это не катастрофически сложно: интересный случай — это путь к дальнейшему росту.

Некоторое время назад в прессе обсуждалась идея пересадки головы парализованному человеку. Это вообще возможно?

В принципе, возможно, но технически трудно, потому что мы не можем адекватно восстановить нервную проводимость спинного мозга, а он должен быть восстановлен при соединении головы реципиента с телом донора.

А если создать искусственные органы?

Я слышал, что проводятся эксперименты по выращиванию органов из собственных клеток человека — стволовых или иным образом полученных плюрипотентных клеток. Что-то уже вышло за пределы лабораторий?

Да, в научной литературе появляются публикации про успешное замещение простых трубчатых органов типа трахеи или мочеиспускательного канала выращенными искусственно. Для этого плюрипотентными клетками заселяют какой-то каркас, который становится основой будущего органа. Однако уверенные, устойчивые результаты в области создания жизнеспособных искусственных органов пока никто не показывает.

Что действительно удаётся делать, так это выращивать некоторые ткани, например хрящ для имплантации или искусственную кожу. Мы работаем над клеточными моделями печени и поджелудочной железы, но пока не готовы пересадить свои экспериментальные продукты человеку. И мировая практика тоже к этому пока не подошла.

Но всё-таки — пусть и плохо работающую, но печень в лаборатории уже выращивают?

В биореакторе — и не печень, а небольшой фрагмент печёночной ткани, который обладает теми свойствами, которые от него требуются. Задача в том, чтобы этот кусочек ткани, во-первых, долго жил, а во-вторых, поддерживал обмен веществ, то есть питание клеток и эвакуацию продуктов их жизнедеятельности. Сейчас это тема многих исследований и экспериментов.

Есть ли успешные попытки создать механические внутренние органы?

Да, прежде всего диализный аппарат, выполняющий функции почек. Это искусственная почка — к сожалению, она не встроена в организм, а представляет собой большой прибор, к которому надо подключаться три раза в неделю. Такое интеллектуально самостоятельное устройство на основе электронных схем и саморегулирования, очень сложный аппарат, который сам встраивается в обмен веществ пациента и регулирует подачу и выведение тех или иных компонентов из плазмы крови.

Искусственная печень существует?

Нет. Есть чистящая кровь аппаратура, которая позволяет на какое-то время уменьшить интоксикацию. Такие приборы есть везде, где занимаются трансплантацией печени.

А искусственное сердце?

Искусственное сердце — предмет мечтаний и разработок многих высокотехнологичных компаний и научных институтов в развитых странах. Я видел разработку искусственного имплантируемого сердца, сделанную космическим агентством: два желудочка, два предсердия, всё это электронным образом управляется. Но, к сожалению, работы в этом направлении ведутся слишком медленно, они пока малоэффективны, а главное, страшно дороги по сравнению с пересадкой человеческого сердца. Иногда такие прототипы пересаживаются безнадежным пациентам и какое-то время работают. Не скажу, что это бесперспективно, — наверное, когда-нибудь мы всё-таки сделаем полноценный прибор. Важно ещё решить проблему его энергоснабжения. А если говорить о более приземлённых вещах, в клинической практике взрослым и детям успешно имплантируется рядом с сердцем искусственный левый желудочек, который помогает перекачивать кровь.

Из чего он сделан?

Титановый сплав. Там высокотехнологичное внутреннее покрытие, очень интересная гидродинамика турбины, которая гонит кровь. Это не пульсирующая модель, а вращающаяся, хотя есть и пульсирующие. В любом случае это электрический насос, который перекачивает кровь вместо сердца, давая возможность миокарду отдохнуть. Либо, если миокард не восстанавливается, мы используем такие протезы как мост к трансплантации. Если на данном этапе человеку невозможно пересадить сердце, ему пересаживают протез — временно. Он ходит с проводом, торчащим из кожи, с батарейками, которые меняет. Зато живой! Люди могут жить так по несколько лет, но обычно сердце пересаживают в течение первого года после постановки в лист ожидания.

Все эти механические устройства, поддерживающие функции сердца, очень важны, особенно для детей, потому что детское посмертное донорство у нас в стране не развито, хотя законодательная база для этого существует.

Главная проблема трансплантологии

Детям не подходят сердца взрослых посмертных доноров?

Подростку мы можем пересадить взрослое сердце, а маленькому ребёнку нет — оно просто не поместится. Некоторые дети рождаются с несовместимыми с жизнью нарушениями развития внутренних органов. В мире это делается, а у нас нет — родители погибшего ребёнка не хотят отдать его органы, чтобы спасти жизнь другому ребёнку. Это главная проблема, из-за которой мы продолжаем терять детей.

Когда получается, мы применяем механические устройства — ребёнок подрастёт с ним, и мы сможем вытащить его из критического состояния, пересадив орган взрослого донора.

Получается, главное сейчас — не изобрести что-то, а изменить отношение людей к трансплантации органов?

Да, главная болевая точка отечественной трансплантологии — это распространение идеологии донорства и пересадки органов как спасения людей, страдающих от неизлечимых болезней. Как изменить установку в головах наших граждан? Вместо формулы «Моё! Никому не дам,

хоть вы тут сдохнете все» нужно внедрять «Что я могу отдать после смерти, чтобы другие жили?». К сожалению, это очень долгий процесс — нужна перестройка идеологии, чем мы с вами сейчас и занимаемся.

Где-нибудь есть успешные примеры?

В мире распространены две модели посмертного донорства: американская и испанская. В США требуется прижизненное согласие на донорство. Вопрос об этом обычно задают при выдаче водительских прав, согласившимся ставят туда

особую красную точку, в других штатах — сердечко. Но самая эффективная модель испанская, её поддержала католическая церковь, которая постулировала, что донорство — это добрый поступок. Католические страны, а вслед за ними и многие протестантские ввели презумпцию согласия. То есть, независимо от прижизненного волеизъявления, после смерти человек автоматически становится донором, если позволяет состояние его органов. Презумпция согласия — наиболее гуманный вариант и для родственников, чтобы они не приняли ошибочное решение. В итоге лучшие результаты по трансплантации демонстрируют католические страны: в Испании уровень посмертного донорства — больше 40 случаев на миллион населения, в США — 25.

А в России?

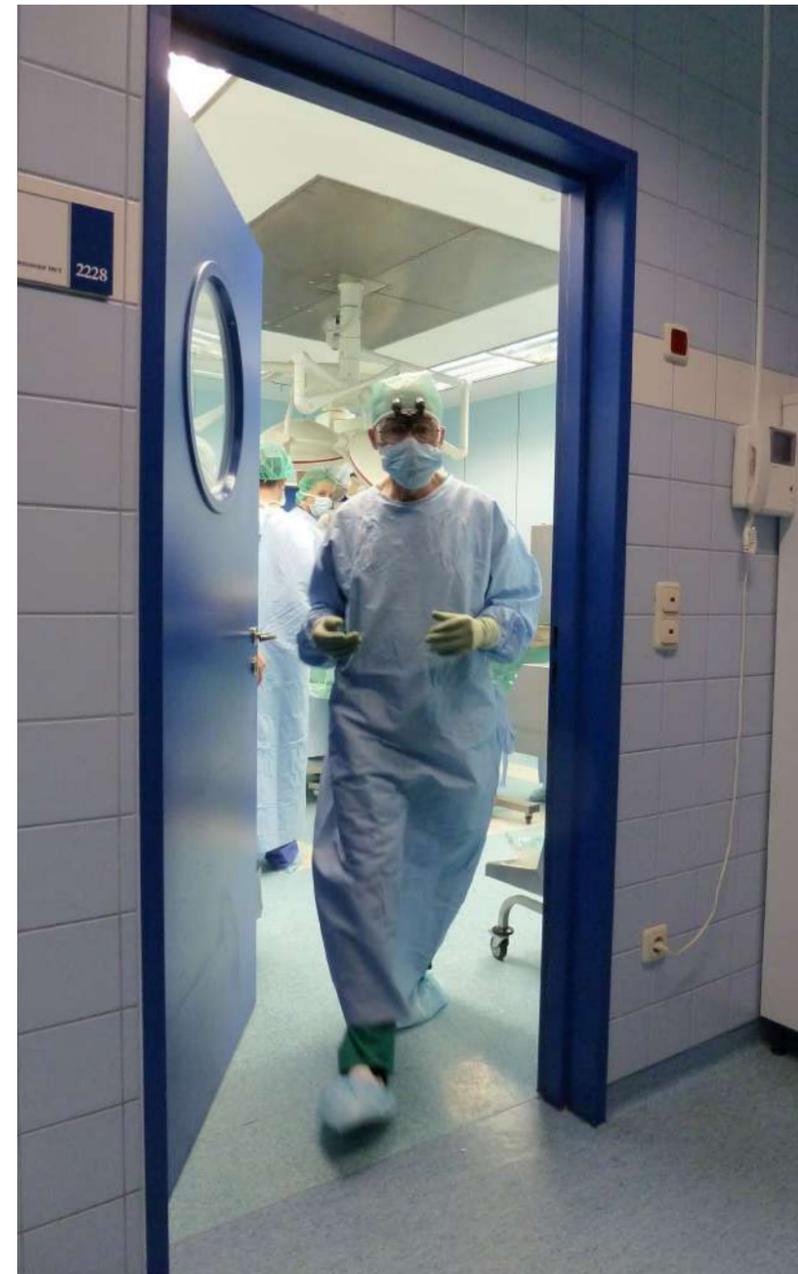
У нас такая же модель, как в Испании. Вот данные по Москве: 23 случая донорства на миллион населения в год. Сейчас, слава богу, и церковь всё чаще проявляет лояльность в вопросе использования органов умершего человека для трансплантации.

Но ведь и у нас любой может стать донором органов, если не подпишет бумагу об отказе, правильно?

У нас так называемая мягкая презумпция согласия. Если родственники против, органы не забирают. А они обычно против.

А меня эта перспектива, наоборот, вдохновляет — если мои органы продолжают жить, помогая другим людям. Помнится, в фильме «Семь жизней» был такой тезис, что разные органы одного человека могут спасти жизнь семи...

Да, приблизительно так оно и есть. Я бы очень хотел, чтобы это услышала молодёжь. Мне кажется, такие вещи должны объяснять в школе. Это же наш гражданский долг — помогать людям, разве нет? ^_^



В Чёрной Дыре

Мы отправляемся на экскурсию к центру чёрной дыры — посмотреть, что находится внутри. Путешествие, что и говорить, непростое, но с нами опытный гид — астроном Владимир Сурдин.

✍ Дмитрий Калинин



— Всем привет! Я Владимир Сурдин, классический астроном, работаю в ГАИШе МГУ — изучаю процессы звездообразования. Я развил теорию активных ядер галактик, в которых рождается огромное количество ярких массивных звезд. Сейчас размышляю над тем, какие космические явления виноваты в возникновении пузырей Ферми. Это два накачанных очень горячим газом гигантских пузыря, взметнувшихся над центром Галактики в разные стороны от её диска. Вот такие у меня научные интересы. А ещё я выступаю с научными лекциями, пишу книги и вожу космические экскурсии. Добро пожаловать на экскурсию в чёрную дыру!

Что взять с собой

Любое путешествие начинается со сбора чемоданов, но что взять в этот раз? Сложно сказать наверняка, что нам может пригодиться, всё-таки пока мы слишком многого не знаем о чёрных дырах. Но есть несколько вещей, захватить которые просто необходимо.

Часы

Чем сильнее гравитация объекта, тем медленнее течёт время в его окрестностях, так уж устроено четырёхмерное пространство-время в нашей Вселенной. А у чёрной дыры, как известно, гравитация огромная, поэтому чем больше дыра, тем медленнее с нашей точки зрения там всё происходит. И ещё: чем выше скорость объекта, тем больше его масса. Так что для всех объектов, которые движутся на очень высоких скоростях, время замедляется. А мы собираемся лететь быстро! Надо будет сверять часы с земными, чтобы понимать, насколько растягивается наше время по мере приближения к чёрной дыре. За лишнюю минуту, проведённую нами у сверхмассивной чёрной дыры, на Земле могут пройти столетия!

Телескопы

Прежде чем подходить к таким опасным объектам, как чёрные дыры, вплотную, нужно понаблюдать за ними издали. Для этого нам понадобится телескоп, а лучше несколько разных. Рекомендую взять обычный — оптический, а также рентгеновский и гамма-телескоп, чтобы наблюдать излучение космического вещества в разных частях спектра.

Удобная тянущаяся одежда

Гравитация — штука мощная, особенно вблизи чёрных дыр. Не исключено, что нас будет сжимать и растягивать в разные стороны, поэтому любимые джинсы, рубашка или кроссовки могут порваться. Лучше всего для космического путешествия подойдёт гидрокостюм, как у дайвера. Он заменяет сразу все виды одежды и прекрасно сохраняет тепло.

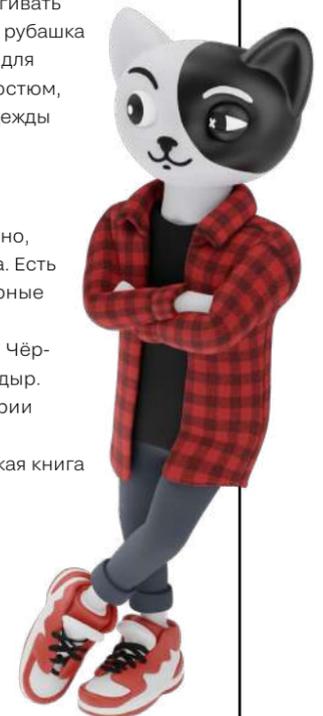
Книги о чёрных дырах

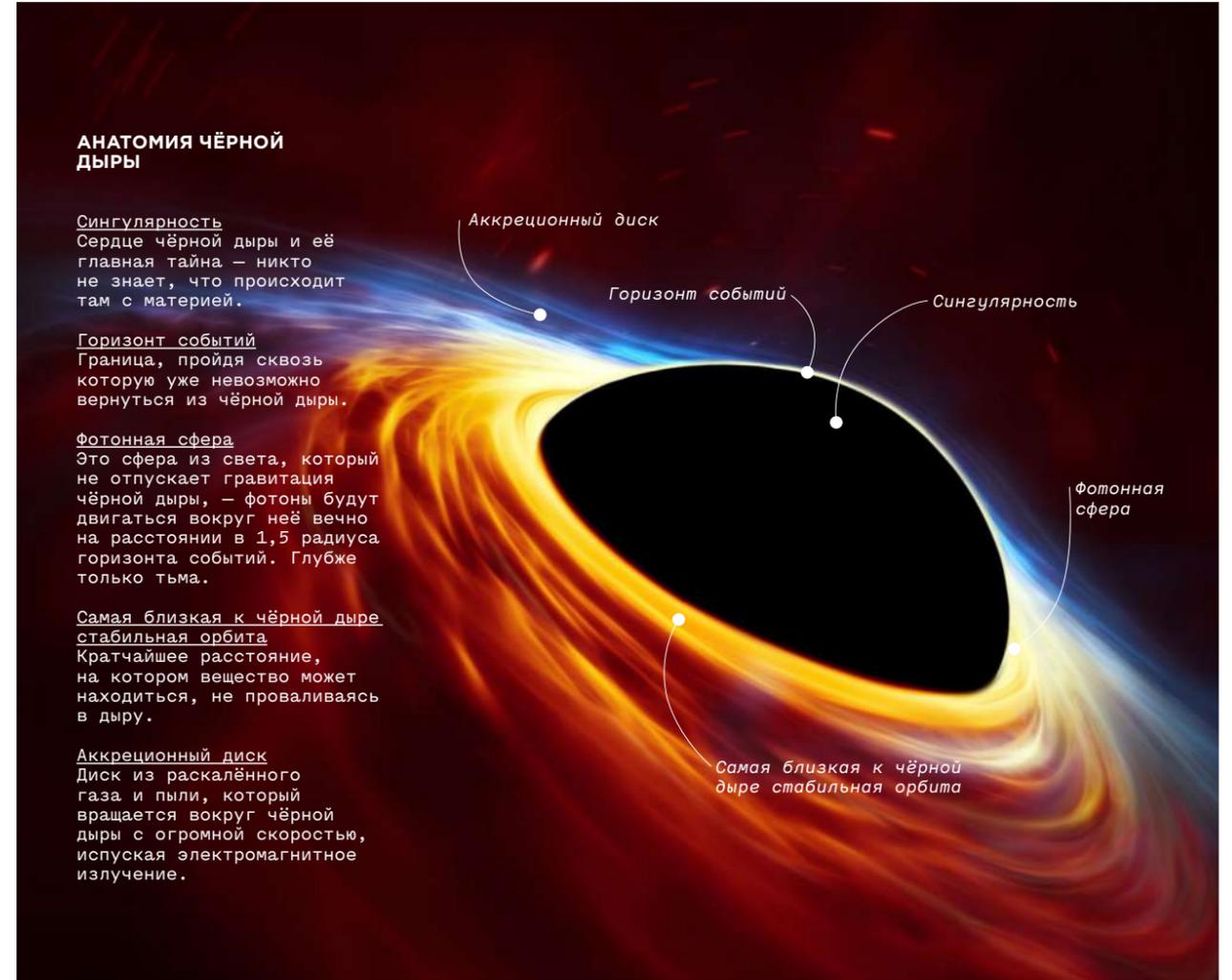
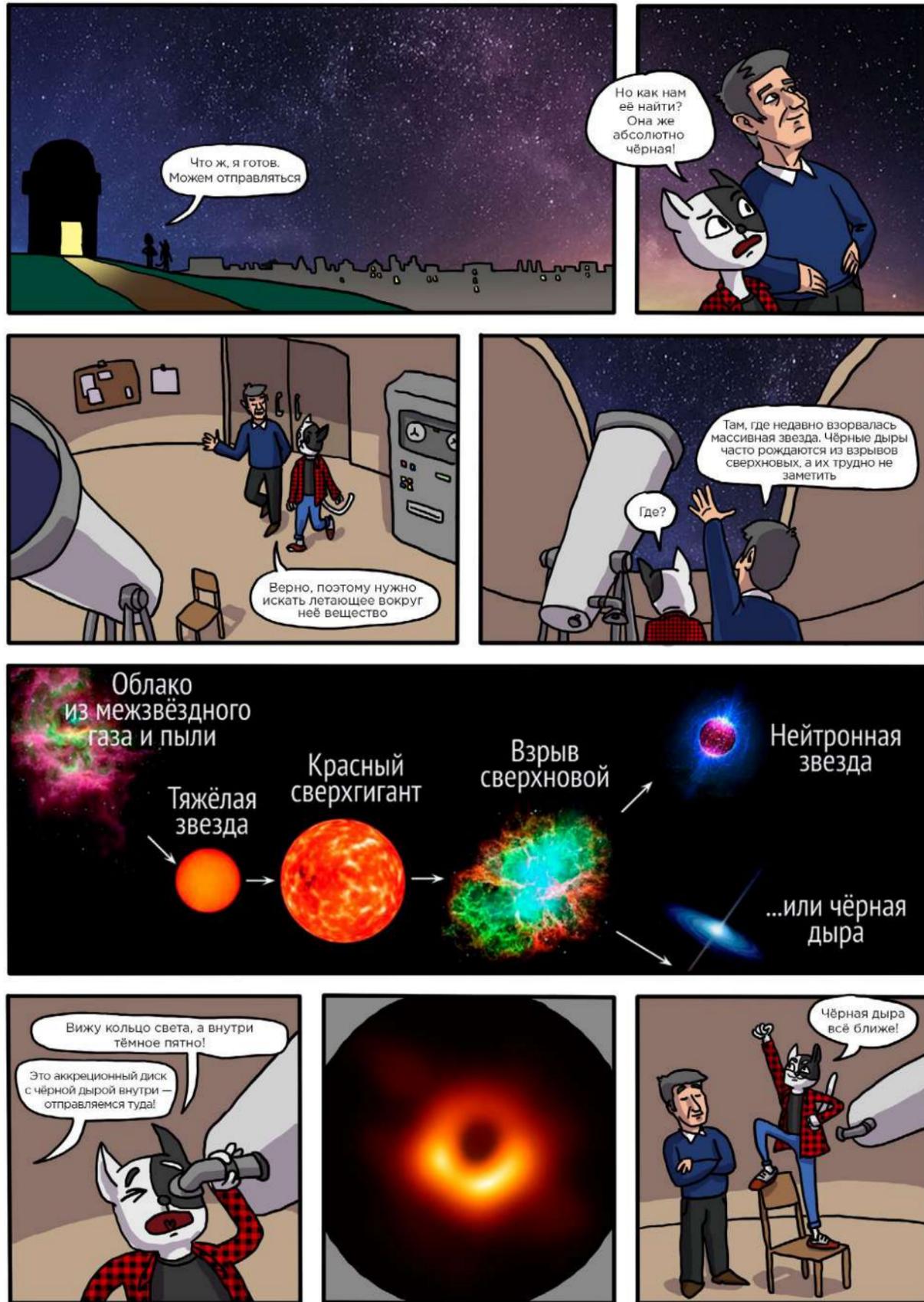
Лететь далеко, и чтобы в дороге не было скучно, рекомендую изучить объект нашего интереса. Есть несколько отличных популярных книг про чёрные дыры, например:

- Игорь Новиков. Чёрные дыры и Вселенные, Чёрные дыры во Вселенной, Энергетика чёрных дыр.
- Уильям Кауфман. Космические рубежи теории относительности.
- Стивен Габсер и Франс Преториус. Маленькая книга о чёрных дырах.

Друзья

Самое важное в любом путешествии — хорошая компания, поэтому зовите с собой друзей. Я вот беру с собой кота — кота Шрёдингера.





За создание теории дисковой аккреции вещества на чёрные дыры академик Рашид Сюняев получил в 2016 году Государственную премию РФ. А за изучение аккреционных потоков вблизи чёрных дыр сотрудникам ИКИ РАН член-корреспондентам РАН Марату Гильфанову и Евгению Чуразову в 2017 году была присуждена премия им. А.А. Белопольского РАН.

Пожиратели звёзд и одинокие бродяги

Сурдин. Итак, перед нами чёрная дыра звёздной массы. Это значит, что она в десятки раз тяжелее Солнца. При этом её радиус очень мал — всего несколько километров. Типичная разновидность чёрных дыр, которые открывают наши спутники, — это источники рентгеновского излучения в двойных звёздных системах.

Кот. Почему в двойных?

Сурдин. Потому что нужен источник вещества, которое будет падать на чёрную дыру. Таким источником может служить обычная звезда, которая обращается в паре с чёрной дырой. С поверхности обычной звезды газ притягивается к чёрной дыре, падает на неё, формирует аккреционный диск и очень характерно себя при этом проявляет — быстрыми колебаниями яркости и высокой температурой.

Кот. Рядом с чёрными дырами всегда есть звёзды, от которых те подкармливаются веществом?

Сурдин. Нет, просто если рядом есть звёзды, чёрная дыра себя ярко проявляет. А если чёрная дыра гуляет сама по себе, открыть её очень трудно. Способ есть, но он практически нереализуем. Такая дыра обнаруживает себя как источник гравитации и никаким иным образом. Оказываясь рядом с ней, световые лучи меняют направление, преломляются — это называется гравитационной линзой. Одиночная чёрная дыра может проявлять себя как гравитационная линза. Есть несколько проектов по поиску таких микролинз. Но ни одной одиночной чёрной дыры звёздной массы пока не обнаружили. Зато вероятных чёрных дыр в парных системах найдены уже многие сотни.



Джеты — узконаправленные потоки сверхвысокоэнергетичного излучения, исходящие от чёрных дыр при поглощении ими вещества. В России их изучает, например, коллаборация TAIGA, созданная на базе Тункинской обсерватории на средства мегагранта правительства РФ.



В одной из научных статей подсчитали, что чёрная дыра такой массы должна быть размером с теннисный мяч. Но как увидеть абсолютно чёрный теннисный мяч на расстоянии сто миллиардов километров от Земли?

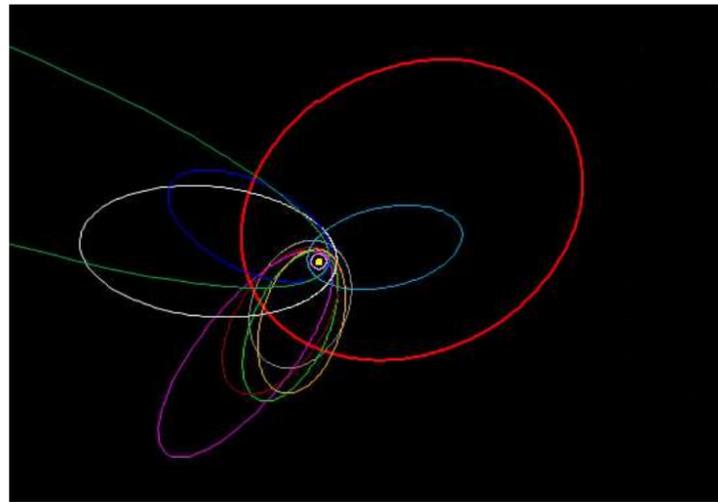
Разноцветные эллипсы на схеме — орбиты самых далёких планет и планетоидов, вращающихся вокруг Солнца. Фиолетовый эллипс — орбита Нептуна, красный — гипотетическая орбита неуловимой планеты X.

Тайна девятой планеты

Кот. Я слышал про планетолога Константина Батыгина, который вроде бы доказал, что где-то далеко за Плутоном у Солнца есть ещё одна огромная планета. Но он никак не может отыскать эту загадочную «планету X». Может, там не планета, а маленькая чёрная дыра?

Сурдин. Я бы сказал, отыскать планету не могут Майкл Браун и Константин Батыгин. Потому что Батыгин — это чистый математик, а Браун — известный астроном-наблюдатель и источник идей. Вместе они математически прогнозируют существование 9-й массивной планеты в Солнечной системе — примерно в тысячу раз дальше от Солнца, чем Земля. Её всё никак не найдут, и возникает здравая идея, что это чёрная дыра: мы её не видим, но она обладает солидной массой и где-то там путешествует. При этом Солнце постоянно выбрасывает из себя потоки плазмы — солнечный ветер. Они долго летят и, удаляясь от Солнца, встречаются с межзвёздной плазмой. Образуется межпланетное газовое вещество, которое окружает Солнечную систему.

Вы, конечно, знаете, что, помимо твёрдого, жидкого и газообразного, у вещества есть четвёртое агрегатное состояние — плазма, ионизированный газ. Мы просто хотели напомнить, что в этом состоянии находится 99,9% вещества во Вселенной.



Если бы там путешествовала чёрная дыра, она питалась бы этой смесью. Тогда мы бы увидели её как источник, например, рентгеновского или гамма-излучения. Но мы этого не видим. Поэтому маловероятно, что рядом с нами есть чёрная дыра.

Кот. Что ж, раз надежды найти чёрную дыру в Солнечной системе нет, значит, нужно лететь дальше. Намного дальше!

Время и пространство поменялись местами

Сурдин. Приближаясь к чёрной дыре, стоит помнить, что это исключительно плотный и массивный объект. Она обладает такой сильной гравитацией, что засасывает всё, что пролетает рядом, и не выпускает ничего обратно. Даже свет не может улететь с поверхности чёрной дыры — поэтому она и чёрная.

Кот. Как же нам не попасть в плен её гравитации?

Сурдин. Самый простой вариант — наблюдать издали и не приближаться. Но тогда практически ничего не будет видно. Поэтому мы попробуем аккуратно выйти на орбиту вокруг чёрной дыры. Если держаться на расстоянии двух радиусов чёрной дыры от её центра, можно летать, как спутник вокруг Земли, и наблюдать окрестности. Но если мы подойдём к чёрной дыре ближе, чем на полтора радиуса, то неизбежно начнём по спирали приближаться, пока не упадем в неё. Радиус чёрной дыры называют радиусом Шварцшильда, а её поверхность — горизонтом событий. Это сферическая граница, на которой достигается баланс между притяжением гравитационного поля чёрной дыры и силой света, пытающегося покинуть её. Горизонт событий пронизаем лишь в одну сторону: сквозь него можно пролететь внутрь, но нельзя вылететь наружу.

Согласно современным представлениям, на орбите вокруг чёрной дыры могут обитать планеты — сотни и даже тысячи планет.

Карл Шварцшильд — немецкий астроном, механик и оптик, математически рассчитавший параметры чёрной дыры. В начале Первой мировой войны он попал на фронт, в окопах потерял здоровье и через несколько недель умер в госпитале. Но перед самой смертью успел послать Эйнштейну практически законченную статью о чёрных дырах.

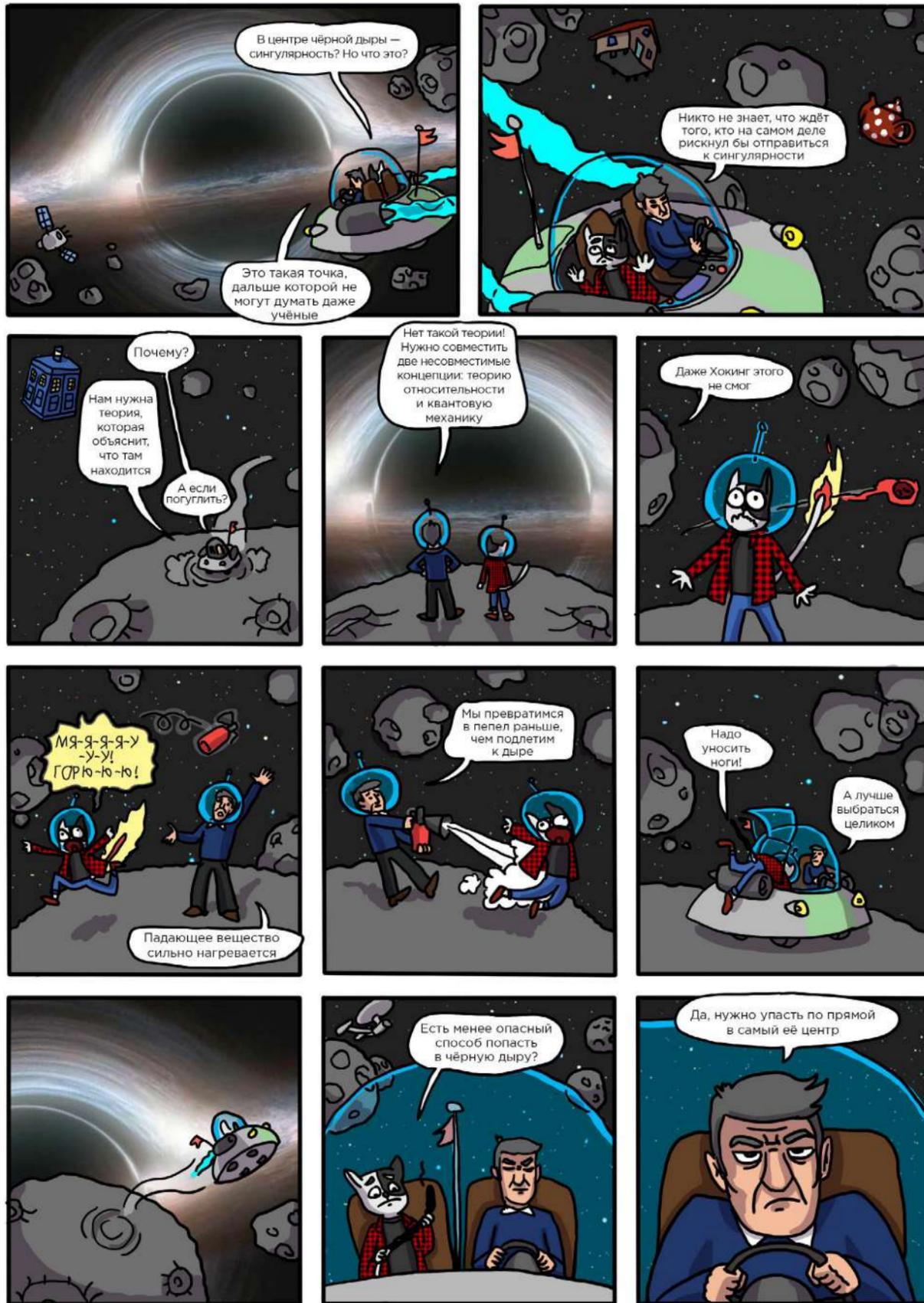
Знакомьтесь, этот округлый чёрный силуэт, окружённый красной аурой раскалённой плазмы, — сердце Млечного Пути и главный монстр Галактики, сверхгигантская чёрная дыра Стрелец A* весом в четыре миллиона Солнц. Чтобы получить это изображение её аккреционного диска, восемь крупнейших радиообсерваторий планеты, объединившись в сеть, создали гигантский виртуальный телескоп размером с земной шар.

Горизонт событий лучится энергией. Благодаря квантовым эффектам на нём должны возникать потоки горячих частиц, испускаемых во Вселенную, — излучение Хокинга. Поэтому, хоть материя и не может вырваться за пределы горизонта событий, чёрные дыры тем не менее «испаряются».

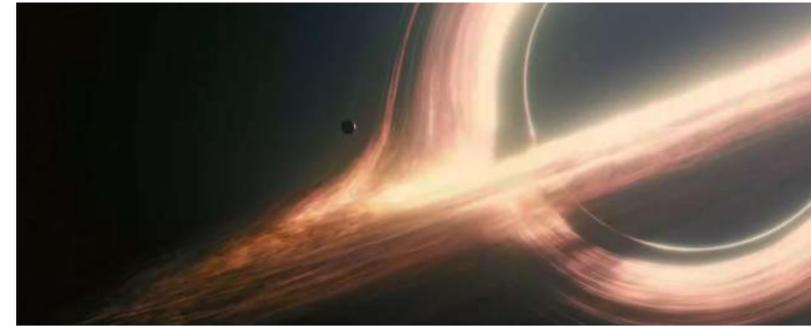
Конечно, любая чёрная дыра растёт, потому что пустоты в космосе нет. Космическое пространство заполнено более или менее разреженным веществом, поэтому все современные чёрные дыры поглощают окружающее вещество. Одни — активно, если рядом есть звезда, с которой удобно стягивать газ, другие просто летают в космосе и потихоньку кормятся разреженным межзвёздным газом. А раз кормятся, значит, растут. Но ближе к концу жизни Вселенной, когда окружающее вещество будет съедено, дыры начнут терять свою массу и постепенно исчезнут.

Кот. Но что там внутри, за горизонтом событий?

Сурдин. За горизонтом событий пространство и время меняются своими свойствами. На Земле время безостановочно течёт, а в пространстве мы можем оставаться на своих местах: сели на стул и никуда не перемещаемся. Но при этом время остановить мы не можем, оно всё равно бежит вперёд. Пересекая горизонт событий, мы попадаем в совершенно иную ситуацию. Там уже, как ни пытайся, остановиться в пространстве не получится, какие бы реактивные двигатели нас ни тормозили. Теория относительности говорит, что, попав внутрь горизонта событий, мы будем падать к центру чёрной дыры независимо от своих усилий. Пространство приобретает свойства времени, и все движения происходят только в одну сторону — к геометрическому центру, к сингулярности.



Комикс: Александр Ненашев



Интересно, что американский астрофизик Кип Торн придумал, как выглядит чёрная дыра, за несколько лет до того, как астрономам удалось получить её первое изображение. Для фильма «Интерстеллар» он рассчитал параметры сверхмассивной чёрной дыры в рамках общей теории относительности, а режиссёр красиво воплотил его расчёты на экране.

Монстр в центре лабиринта

Сурдин. Колоссальная гравитация чёрной дыры звёздной массы приводит к тому, что пространственная материя искажается внезапно, и вещество резко затягивается в чёрную дыру. Если мы начнём погружаться в неё, нас разорвёт. Нужно искать огромную чёрную дыру, чтобы этот же эффект распространился на большую площадь пространства и материя искажалась не так сильно.

Кот. Есть чёрные дыры побольше?

Сурдин. Кроме маленьких чёрных дыр звёздной массы есть сверхмассивные чёрные дыры, которые весят как миллионы или миллиарды Солнц. Есть и третий вид, обнаруженный лет десять назад, — чёрные дыры промежуточных масс: не единицы и десятки масс Солнца, не миллионы и миллиарды масс Солнца, а что-то вроде 10 000 солнечных масс. Находят их в центре шаровых звёздных скоплений — это сравнительно небольшие объекты, насчитывающие сотни тысяч звёзд.

Но для погружения лучше всего подойдёт сверхмассивная чёрная дыра. Она может активно пожирать близкие звёзды, излучая массу энергии, а может тихо сидеть в центре галактики, искривляя траектории пролетающих мимо звёзд. Такая «тихая» сверхмассивная чёрная дыра массой в 4,5 миллиона солнечных есть и в центре Галактики.

Но смотрим мы на неё сквозь диск Галактики — обзор загораживают огромные облака газа и пыли, поэтому разглядеть нашу родную дыру мы не можем. Зато можем изучать движения звёзд вокруг неё. За эту работу, которая велась 25 лет, британский, американский и немецкий астрофизики недавно получили Нобелевскую премию. А значит, искать самых крупных космических монстров незачем — всего-то и надо, что подлететь к центру Галактики. Вперёд!



Лауреатами Нобелевской премии по физике 2020 года стали Роджер Пенроуз «за открытие того, что образование чёрных дыр является строгим следствием общей теории относительности», а также Райнхард Генцель и Андреа Гез — «за открытие сверхмассивного компактного объекта в центре нашей Галактики».

Кот. Я вижу гигантскую чёрную дыру. Что за необычная форма диска — он и окружает её, и делит пополам, как кольцо Сатурна!

Сурдин. Когда мы смотрим на кольцо Сатурна, мы видим ту его часть, которая находится ближе, чем сама планета. А дальнюю часть кольца мы не видим, потому что планета её от нас закрывает. Но у чёрной дыры мы видим и дальнюю часть аккреционного диска, которая, казалось бы, должна быть закрыта всепоглощающим горизонтом событий. Дело в том, что идущие из-за чёрной дыры лучи света под действием колоссального притяжения огибают её и попадают в наши телескопы. Таким образом, мы видим дальнюю часть кольца сразу с двух ракурсов, потому что приходящие лучи могут обогнуть чёрную дыру как сверху, так и снизу.

Кот. Не для кота такая красота. Хвостом чую опасность, а точнее, гравитацию. Раз эти монстры всё притягивают, значит, и Землю могут засосать?

Сурдин. Если во время своего путешествия чёрная дыра случайно заглянет к нам в Солнечную систему, то, приближаясь, она сначала разбросает в стороны все планеты своей гравитацией. Всё-таки чёрная дыра намного массивнее Солнца, так что встреча с ней — это прежде всего потеря стабильности в движении объектов Солнечной системы. Если чёрная дыра врежется в планету, планета разрушится приливным влиянием дыры, а всё планетное вещество будет проглочено.

Кот. Ох... А много их, этих чёрных дыр?

Сурдин. Чёрных дыр во Вселенной не так уж много, по нашим подсчётам — около миллиарда, и разбросаны они далеко от нас. Солнечная система живёт пять миллиардов лет и пока ни с одной чёрной дырой близко не встречалась, так что впереди нас, вероятнее всего, ждёт ещё несколько спокойных миллиардов лет.

Кот. Это лучшее, что я узнал о чёрных дырах!

Сурдин. Но есть гипотеза, что в космосе летают микроскопические чёрные дыры размером с нанометр и массой как у Эвереста. Такая дыра, в принципе, могла бы незаметно летать в космосе и время от времени пролетать сквозь Солнечную систему, не привнося никаких гравитационных возмущений. Врезавшись в Землю, она тоже больших неприятностей не доставит.

Это как если бы земной шар проткнули горячей спицей. На поверхности появится что-то вроде небольшого вулкана — этакое горячее пятнышко. Потом чёрная дыра уйдёт вглубь Земли, где мы её вообще замечать не будем. Ну и с той стороны, где она выйдет, тоже образуется вулканчик. Упадёт она, вероятнее всего, в океан, который занимает две трети земной поверхности. Поэтому мы даже не поймём, что на нас что-то свалилось, — просто метеор на небе промелькнёт. Мало их, что ли, мелькает?

Кот. А не выяснится однажды, что мы живём внутри чёрной дыры?

Сурдин. Это практически невозможно. Мы наблюдаем, как связаны друг с другом пространство и время. Мы можем находиться в одной точке пространства, но не можем находиться в одной точке временной шкалы. Мы непрерывно движемся из прошлого в будущее, значит, мы не в чёрной дыре.

Паста по-чернодырски

Сурдин. Итак, мы подлетаем к сверхмассивной чёрной дыре, чтобы прыгнуть в самый её центр. Возможно, нас не порвёт на куски, но точно растянет. Стивен Хокинг назвал это эффектом спагеттификации. Приближаясь к очень массивному компактному объекту, вы ощутите на себе действие приливного эффекта. Ваша голова будет чуть ближе к сингулярности, ноги чуть дальше. На них будут действовать настолько разные силы, что голова полетит вперёд намного быстрее, чем ноги. Приливный эффект растянет вас в макаронину.

Кот. А когда мы вернёмся из чёрной дыры, то на всю жизнь макаронами останемся?

Сурдин. Боюсь, обратно мы не вернёмся. Чёрная дыра — это путь в один конец. Но нам может повезти, и тогда мы окажемся в совершенно другой точке Вселенной. Для этого чёрная дыра должна оказаться червоточинной.

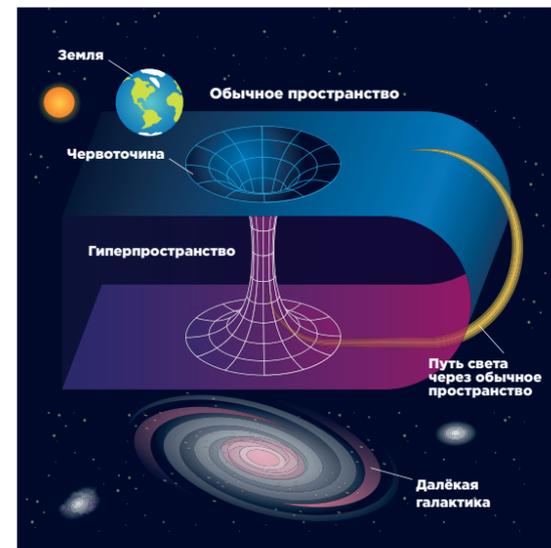
С ветерком по Галактике

Сурдин. Червоточина, или кротовая нора (по-английски и то и другое называется wormhole), — это ещё одно решение уравнений Эйнштейна, первым из которых как раз являются чёрные дыры. Второе решение

выглядит так: две точки пространства могут быть объединены очень сильно деформированной областью пространства-времени. Каждая из этих точек будет выглядеть снаружи как чёрная дыра, то есть место, куда можно нырнуть и не вынырнуть. Но на самом деле там нет сингулярности и две дыры связаны между собой туннелем. Нырнув в один туннель, в принципе, можно вынырнуть через другой. Причём такое путешествие займёт гораздо меньше времени, чем движение от одной точки к другой по обычному пространству.

Но это решение очень неустойчиво. Точно так же мы можем найти математическое решение, при котором карандаш будет стоять на поверхности на своём острие. Математик легко скажет, как его надо поставить, но в жизни мы этого никогда не сделаем, и карандаш обязательно упадёт в какую-то сторону под действием самых малых возмущений. Так же и нырнувший в кротовую нору человек создаст малое колебание геометрии пространства-времени — туннель схлопнется и перестанет существовать.

Недавно астрономы обнаружили антигравитационное явление под названием тёмная энергия. Вселенная расширяется — что-то расталкивает галактики, заставляя их разлетаться. Это что-то — тёмная энергия, по сути, антигравитация. Если бы можно было прихватить с собой в червоточину немного антигравитационной тёмной энергии, то, похоже, туннель для путешествия между различными точками Вселенной удалось бы стабилизировать. ^_^



Образование чёрных дыр в результате коллапса массивных звёзд изучает лаборатория фундаментальной и прикладной рентгеновской астрофизики Института космических исследований РАН, созданная при поддержке мегагранта правительства РФ. А поиск кротовых нор и сверхмассивных чёрных дыр ведётся в рамках масштабного проекта «Радиоастрон», который координирует Астрокосмический центр ФИАН.



ТЕРМОЯДЕРНАЯ УТОПИЯ

ITER: как самый крупный научный проект человечества воплощает мечты о светлом будущем

Тороидальная камера с магнитными катушками... Дейтерий-тритиевая реакция... Такие словосочетания могут испугать гуманитария. Но Международный термоядерный экспериментальный реактор (International Thermonuclear Experimental Reactor, ITER), который строится сейчас во Франции, — проект настолько масштабный, что его можно рассматривать не только как научную установку, но и как ответ на главные общественные вопросы. И тут всплывает слово «утопия», которое придумал в XVI веке англичанин Томас Мор. Дословный перевод — «место, которого нет», а по сути — мечта об идеальном обществе, где царят разум, мир, справедливость и изобилие. Поисками этого идеала занимались многие. Философы, публицисты, политики, революционеры... Получалось так себе. Но, может, у физиков выйдет лучше?

✍ Анастасия Кожара, 
Григорий Тарасевич

Спустить небо на Землю

Мечта: управлять космическими силами

Проведите маленький эксперимент. Задайте первому встречному на улице вопрос: «Почему светит Солнце?» Если он не вызовет полицию или психиатров, то, скорее всего, ответит: «Оно так хочет», «Потому что оно горячее», «Там, наверное, что-то горит». На самом деле мы ходим летом без куртки, а в огороде зреют кабачки потому, что внутри Солнца идёт термоядерная реакция. Если совсем кратко — ядра лёгких химических элементов, например водорода, при

огромных давлениях и температурах преодолевают силы взаимного отталкивания и сливаются воедино. В результате образуются более тяжёлые элементы, например гелий. Однако масса полученного атома не является точной суммой масс исходных атомов — часть теряется при реакции и переходит в энергию согласно знаменитой формуле Эйнштейна: $E = mc^2$. Нужно совсем чуть-чуть массы (m), чтобы после умножения на квадрат скорости света c^2 она дала много энергии (E).

С этой механикой учёные смогли разобраться относительно недавно. В 1920 году британский астрофизик Артур Эддингтон предположил, что источником энергии Солнца может служить термоядерный синтез. А в 1938 году уехавший из Германии в США физик Ганс Бете опубликовал работу о цепочках термоядерного синтеза в недрах звёзд. В «Фейнмановских лекциях» эта история описывается так: «Одно из наиболее впечатляющих открытий астрономии — это открытие источника энергии звёзд, поддерживающего их горение. Один из тех, кто открыл это, отправился на прогулку с девушкой как раз в ночь после того, как понял, что в звёздах происходит ядерная реакция, что в этом причина их свечения. Она сказала: „Взгляни, как чудесно сияют звёзды!“ А он ответил: „Да. Чудесно. А ведь сегодня я единственный человек в мире, который знает, почему они сияют!“ Она только рассмеялась...»

Но прежде, пока физики не сказали своё веское слово, свет Солнца представлялся чем-то мистическим. Со времён каменного века наша звезда была символом колоссальной силы природы, неподвластной человеку. Солнцу поклонялись, в Солнце верили, на Солнце надеялись.

Считается, что идея утопии пошла от двух книг. Первая — это собственно «Утопия» Томаса Мора, вторую написал итальянский мыслитель Томмазо Кампанелла, и называлась она «Город Солнца». Кампанелла так описывал систему правления в вымышленном идеальном государстве: «Верховный правитель у них — священник, именующийся на их языке „Солнце“, на нашем же мы называли бы его Метафизиком».

Проект ITER должен воплотить в жизнь мифы и архетипы, казалось бы, далёкие от повседневной жизни. Установка будет воспроизводить реакцию, которая протекает в недрах Солнца: изотопы водорода тритий и дейтерий сливаются в гелий.

Можно сказать, что учёные строят Вавилонскую башню, чтобы подчинить неуправляемую силу звёзд. Здесь есть дерзкая мечта, стремление к высшей силе и желание дать человеку могущество.

Древние люди с опаской относились к таким мечтаниям, поэтому мифы на схожие темы заканчивались плохо. Взять хоть Прометея, похитившего огонь с небес, — божественное начальство было крайне недовольно и сурово покарало героя.

Но современный человек не ждёт, пока кто-нибудь принесёт ему небесный огонь, а пытается создать его сам. Вавилонской

башней, «строящейся без Бога, не для достижения небес с земли, а для сведения небес на землю», называл социалистические идеи Достоевский.

Солнце и Башня — два распространённых мифологических архетипа. Солнце символизирует высшие силы, незыблемый порядок мироздания, но также и божественную природу человека-творца, его самость, полноту возможностей. Башня — это рациональность и культура, победа человеческого разума над природой. Гуманитарии должны быть довольны.

Учёный, конечно же, не борется с природой или высшими силами, а учится у них. Для ITER более уместна языческая мечта о единстве человека и космоса и о возвращении золотого века.

По степени космической амбициозности ни один технологический проект не сравнится с термоядерной электростанцией. Большинство существующих систем построены на извлечении энергии оттуда, куда её спрятала природа. Даже радиоактивный распад, на котором основана работа АЭС, для космоса куда менее значим, чем термоядерные реакции, происходящие в звёздах.

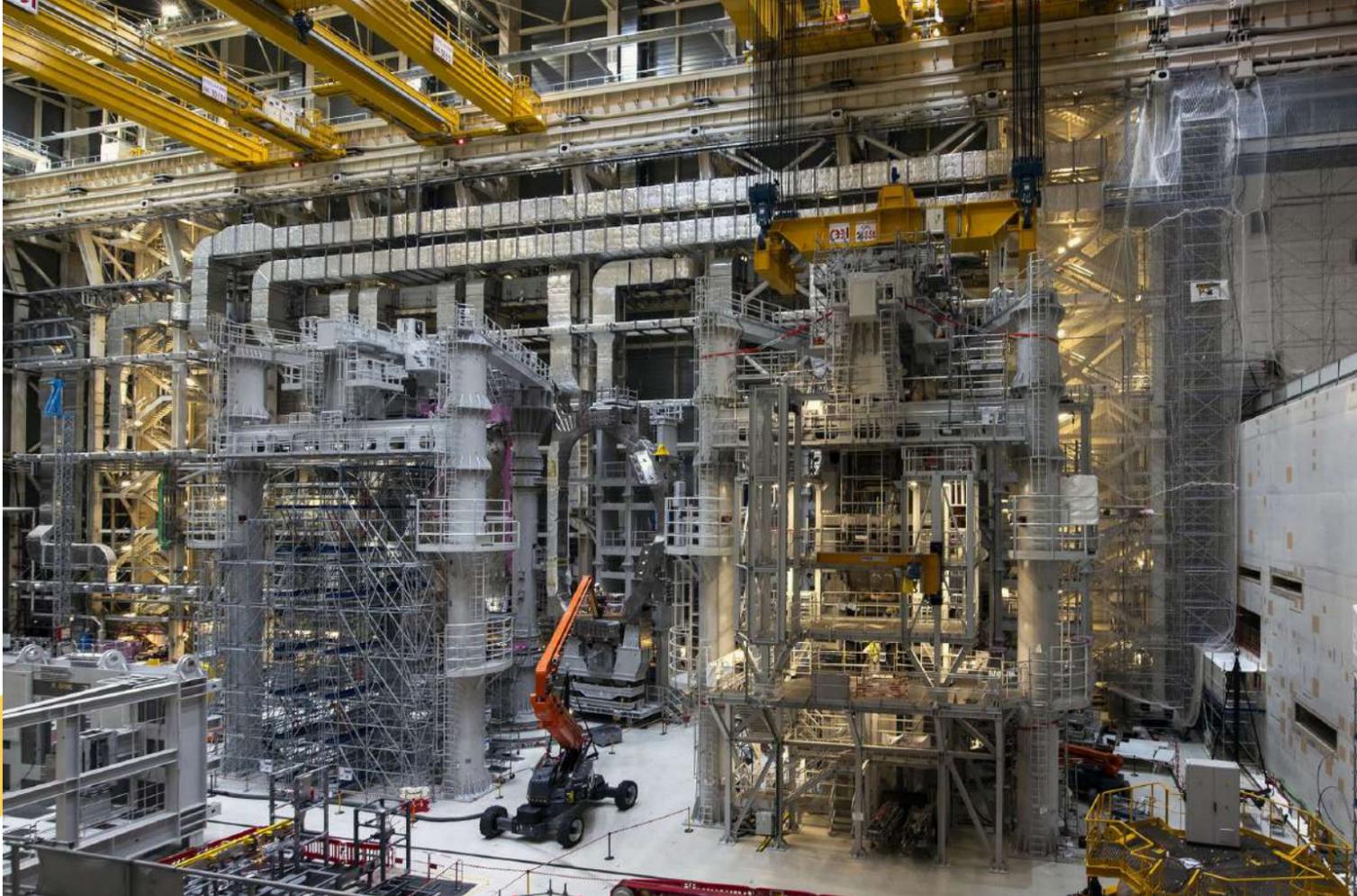
Чтобы внутри Солнца материя превратилась в энергию, нужна адская температура, примерно 16 миллионов градусов Цельсия. Внутри реактора ITER она будет в десять раз больше, а при некоторых режимах — 300 миллионов градусов! Такая температура нужна не для того, чтобы метафизически переплюнуть природу. Просто внутри звёзды термоядерный синтез протекает в условиях гигантского давления, которое на Земле обеспечить невозможно. Приходится компенсировать температурой. Чтобы Солнце спустилось на Землю, нужно превзойти Солнце.

Энергетикарая и ада

Мечта: жить одновременно и комфортно, и без ущерба природе

Чем рай отличается от брэнной реальности? В первую очередь — бесконечным источником ресурсов. Если райский сад — это плодородная земля, которую не нужно возделывать, то для современного человека бесконечные и бесплатные яблоки — это бесконечная и бесплатная энергия. В раю никому не причиняют вреда. Земля сама отдаёт ресурсы, для этого не нужно наносить вред природе. И в том числе поэтому её дары никогда не закончатся. Из той же серии образы скатерти-самобранки, рога изобилия и прочих гаджетов, обеспечивающих бесперебойную поставку продовольствия в отсутствие каких бы то ни было усилий со стороны потребителя.

Воплощениерая на земле — утопии. Их было немало: коммунизм, социализм, анархизм и ещё десятки -измов. Среди относительно недавних — экологизм. Зелёное движение стало популярным в бурные 1960-е. Но если раньше главной проблемой считали загрязнение окружающей среды, сейчас



На атомных электростанциях энергия вырабатывается в результате распада очень тяжёлых изотопов, а в термоядерном реакторе наоборот — за счёт слияния лёгких изотопов.

к этому добавился страх глобального потепления.

Как нам кажется, каждый идейный экологист должен повесить у себя над кроватью схему термоядерного реактора анфас и в профиль. Топливо для ITER — тритий и дейтерий, тяжёлые изотопы водорода, при этом дейтерий можно получать хоть из морской воды. А на выходе только гелий, нейтрино и энергия. Ничего опасного.

Даже если случится авария (что практически исключено), ущерб будет минимальным, ведь реакция мгновенно остановится, а тритий хоть и радиоактивный изотоп, но в тех количествах, которые нужны для термоядерной электростанции, он угрозы не представляет. От излучения трития способны защитить даже банальные резиновые перчатки. В далёкой перспективе реакторы наподобие ITER превращаются в почти бесконечный источник дешёвой энергии. При этом

страны, которые начнут использовать термоядерные реакторы, не будут зависеть от энергоресурсов других стран, как это происходит сейчас. Монополию на воду ввести невозможно, тем более что пресная вода для реактора не обязательна — водород точно так же можно выделить из морской.

Ради далёкого будущего

Мечта: думать не только о сегодняшнем дне, а о долгосрочных перспективах

Снова зададим вопрос среднестатистическому прохожему, и уже не важно, будет он гуманитарием или доктором физико-

Не надо путать радиоактивный распад с термоядерным синтезом! Это была первая мысль, которая пришла мне в голову, когда я оказался в ящике



Кстати, языкам мира мы подарили не только «спутник», но и «токамак» (тороидальная камера с магнитными катушками). И сейчас международный проект ITER именуется русским словом токамак.

математических наук. Спросим его о планах на 2032 год. Подозреваем, ответ будет в духе: ну, зарплата повыше, квартира побольше, фикус позеленеет. Если говорить о ещё более дальних перспективах — двадцать, тридцать, пятьдесят лет, — тут всё совсем туманно. Мы разучились мечтать по-крупному. Для нас «будущее — это просто тщательно обезвреженное настоящее», как говорил один из героев братьев Стругацких.

Так было не всегда. Идея утопии — это про очень долгое строительство. Революционеры конца XIX — начала XX века не ждали, что коммунизм наступит через неделю после свержения монархии. И Константин Циолковский, размышляя о переселении на другие планеты, вряд ли имел в виду ближайшую пятилетку.

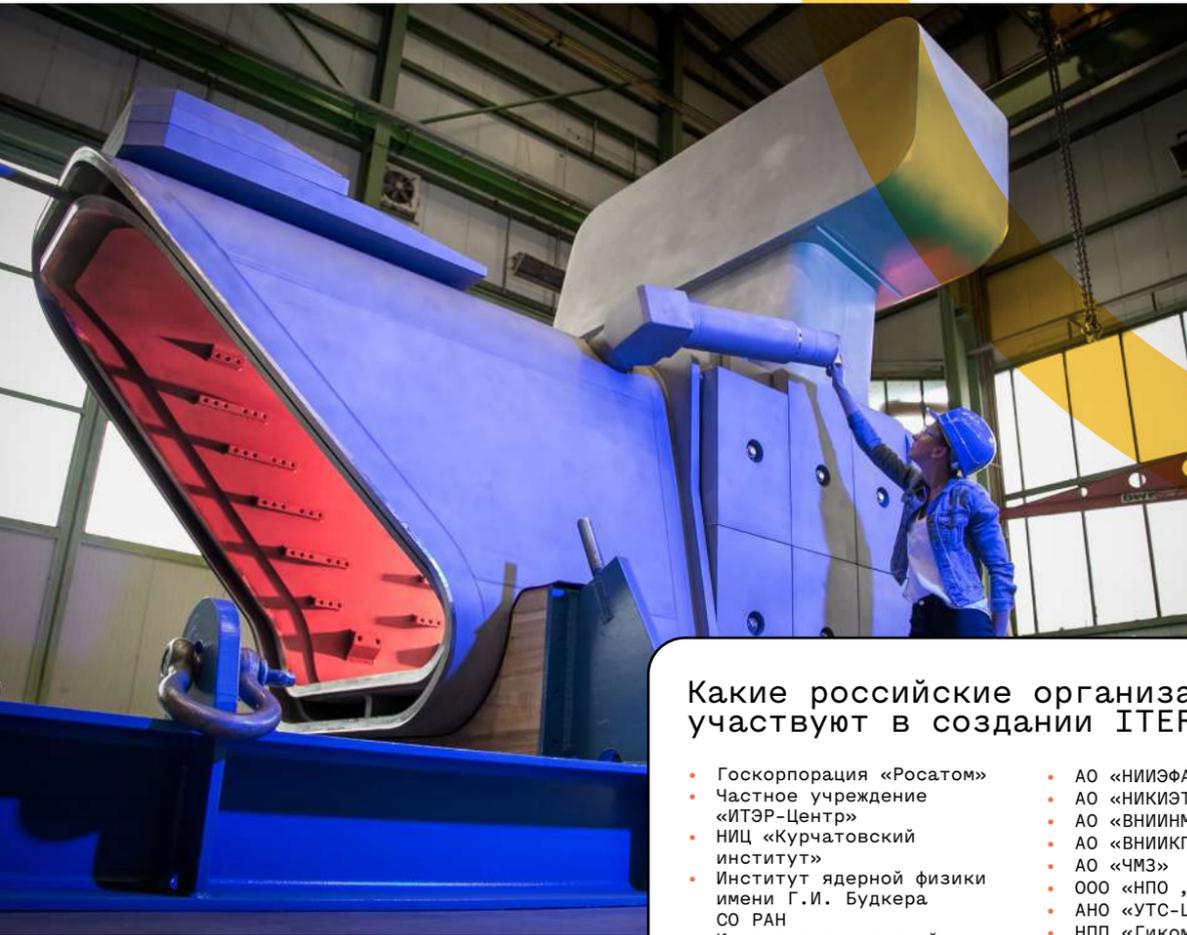
Создание термоядерной электростанции — проект очень долгий. В 1950-х в СССР построили **токамак** — установку, по форме напоминающую бублик, в которой магнитная система удерживает плазму, не давая ей прикоснуться к стенам. Это был первый прототип термоядерного реактора. После успешных экспериментов советских учёных токамаки стали строить и в других странах. Но для поддержания горения плазмы все они требовали больше энергии, чем её давал термоядерный синтез.

О строительстве реактора, который мог бы работать именно как электростанция, ведущие страны мира договорились в середине 1980-х. Стройку во Франции, неподалёку от местечка Кадараш, запустили в 2010-м. Первую плазму планируют получить в 2025-м, а полноценные термоядерные реакции запустить в 2035-м.

Но это ещё не всё. Энергия, полученная ITER, будет рассеиваться в атмосфере. Пробраз реальной термоядерной электростанции, способной постоянно производить электроэнергию, — это уже другая установка, DEMO (Demonstration Power Plant). И в самом лучшем случае она полноценно заработает лишь в 2048 году.

И это тоже не всё, ведь, как следует из названия, она создаётся для демонстрации возможностей, а не для зарядки мобильных телефонов. Понадобятся ещё десятилетия, чтобы основным нашим топливом стали изотопы водорода, а не уголь, нефть или уран. Получается, что между началом проектирования и результатом, на котором можно вскипятить чайник, пройдёт чуть ли не столетие. Это вызов — отдать свою жизнь строительству дома, в котором ты гарантированно не будешь жить.

В «Коте Шрёдингера» мы как-то опубликовали анекдот: — Когда всё-таки появится термоядерная энергетика? — спрашивают знаменитого физика-ядерщика. — Лет через двадцать — двадцать пять.



Какие российские организации участвуют в создании ITER

- Госкорпорация «Росатом»
- Частное учреждение «ИТЭР-Центр»
- НИЦ «Курчатовский институт»
- Институт ядерной физики имени Г.И. Будкера СО РАН
- Институт прикладной физики РАН
- Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе РАН
- АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ»
- АО «НИИЭФА»
- АО «НИКИЭТ»
- АО «ВНИИМ»
- АО «ВНИИКП»
- АО «ЧМЗ»
- ООО «НПО „ГКМП“»
- АНО «УТС-Центр»
- НПП «Гиком»
- АО «НПО „ГИПО“»
- НПО «Луч»
- АО «НИИТФА»
- АО «Композит»
- АО «ТВЭЛ»

— Но вы уже предсказывали это двадцать пять лет назад.

— Как вы можете убедиться, я не меняю своего мнения.

Конечно, над учёными можно посмеиваться. Мы-то привыкли жить в мире готовых решений и схем, которые позволяют быстро справиться с большинством проблем. А тут задача, которую никто никогда не решал. Чтобы понять масштаб сложности установки, достаточно двух чисел. Первое: ITER будет состоять примерно из 10 миллионов деталей, многие из которых создаются впервые в истории. Второе: примерная оценка стоимости установки — 20 миллиардов евро. Светлое будущее — оно такое: сложное, дорогое и не до конца предсказуемое. Но оно того стоит, иначе время вокруг нас остановится, а впереди не окажется никакого будущего, только чуть улучшенное настоящее.

И сольются в едино народы

Мечта: мир, в котором страны объединились ради всеобщего блага

И настанет година свободы,

Сгинет ложь, сгинет зло навсегда,

И сольются в едино народы

В вольном царстве святого труда...

Так пели на мотив «Марсельезы» русские революционеры. Этот текст, начинавшийся словами «Отречёмся от старого мира», был написан в 1875 году народником Петром Лавровым. Во второй половине XX века пафос мировой революции постепенно ослабевал, и подобная позиция подавалась скорее как утопическая.

Мир разделён на государства, и они неизбежно враждуют друг с другом. Это же аксиома, да? Были, конечно,

сомневающиеся. Среди многих -измов есть и такой — космополитизм. Это идея о том, что интересы человечества выше интересов отдельных стран, а человек должен быть гражданином мира. В этом духе высказывались разные бородатые мыслители от Сократа с Диогеном до Льва Толстого. Сейчас такие мечты не в моде, о «всемирном государстве» никто не вспоминает, и даже в космосе ведущие державы пытаются построить заборы.

Проект ITER родился в самом начале перестройки, когда атмосфера холодной войны начала теплеть. Генеральный секретарь КПСС Михаил Горбачёв с подачи академика Евгения Велихова предложил президенту США Рональду Рейгану идею совместного проекта по получению термоядерной энергии в мирных целях. Дело было на Женевском саммите сверхдержав в ноябре 1985 года.

Для глав государств это была скорее политическая акция, демонстрация воли к сотрудничеству в области науки.

Но политика быстро потеряла власть над ITER.

Вскоре присоединились и другие страны.

Сейчас ITER — это общий проект, в котором на равных

работают:

- Европейский союз,
- Россия,
- США,
- Китай,
- Южная Корея,
- Япония,
- Индия.

Только вспомните, сколько конфликтов и взаимных претензий было между странами, которые теперь строят общий реактор! А ещё в проект включены учёные из Казахстана, Австралии, Канады, Великобритании и многих других государств. Такой интернационал, только не про революцию, а про науку.

Основную часть расходов несёт Европейский союз, поскольку реактор строится на его территории, — 45,6%. Остальная часть распределяется поровну между Китаем, Индией, Японией, Кореей, Россией и США — по 9,1%. Кстати, расходы исчисляются не в долларах или юанях, а в специальных единицах, определяемых научным и технологическим продуктом, который предоставляет для общего дела каждая из стран. Интеллект конвертируется в интернациональную валюту.

Менялась политическая обстановка, происходили локальные войны, страны вводили друг против друга санкции, а ITER продолжал создаваться. Политика попыталась вмешаться лишь один раз — когда США после распада Советского Союза решили выйти из проекта. Остальные страны продолжили работать. Американцы вернулись в 2004 году, и их спокойно приняли обратно.

И сейчас, несмотря на то, что на уровне политики отношения между странами очень напряжённые, работа над термоядерной установкой продолжается без особых изменений. Общая научная утопия важнее временных политических конфликтов.

Результат этого огромного труда тоже соответствует утопическим идеалам: все идеи и разработки, созданные в ходе строительства ITER, могут свободно использоваться странами-участниками, никаких коммерческих тайн и секретности. Каждое государство, которое приложило руку к проекту, сможет построить собственный термоядерный реактор. Фактически коммунизм: каждый может взять столько интеллектуальных благ, сколько захочет.

Учёный главней генерала

Мечта: наука ради мирных целей

«Зал тихонько зашумел, потом кто-то спросил, не вставая:

— Вы действительно считаете, что солдат главнее физика?

— Я?! — возмутился Виктор».

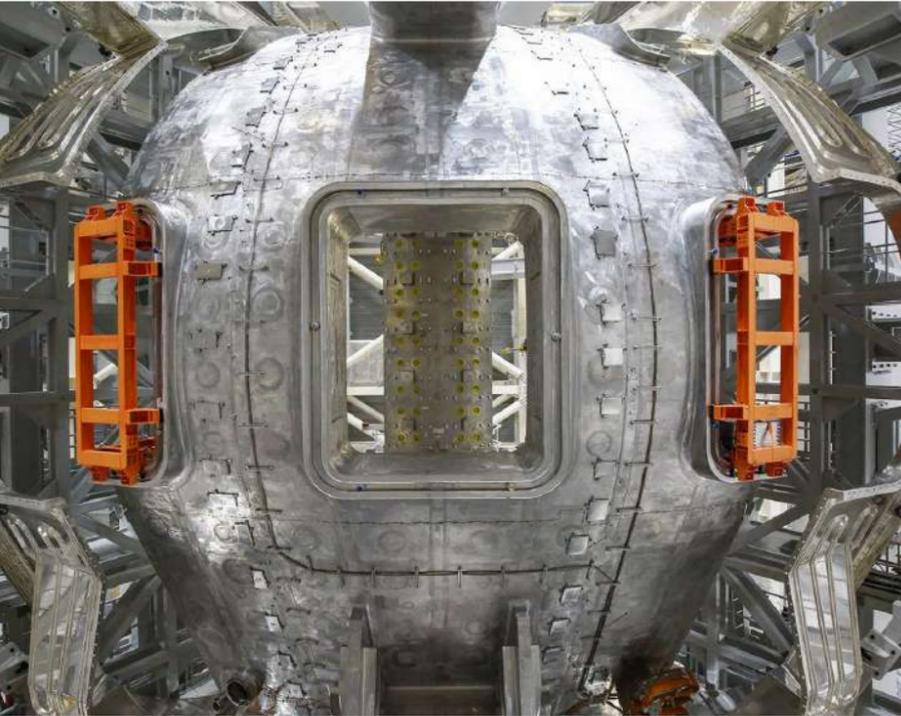
Это спрашивают школьники у писателя Банева в «Гадких лебедях» братьев Стругацких. Выбор между солдатом и физиком существовал на протяжении всей истории. В утопическом государстве философов Платона правят самые образованные и подготовленные к этому люди. Общество поделено на сословия философов, стражей и обывателей. Платон мечтал, что воины будут подчиняться учёным, а оружие — служить знанию.

Увы, в реальности такое случается редко.

Власть всегда так или иначе принадлежала «воинам» — тем, у кого было оружие или деньги, чтобы нанимать других воинов. Учёный чаще всего находится в подчинённом положении — придумывает способы эффективно нападать или обороняться.

Так было и с термоядерной энергией.

В начале 1950-х СССР и США уже получили водородную бомбу — взрыв атомного заряда на основе урана или плутония запускал в ней термоядерную реакцию изотопов водорода. Говорить, что хорошо бы направить эту энергию не только на создание новых средств убийства, начали уже тогда. Газета «Правда» за 1958 год цитирует академика Игоря Курчатова, который после официального визита в Великобританию призвал учёных мира объединиться для создания термоядерных электростанций: «Вторая половина XX века будет веком термоядерной энергии... Сейчас перед наукой и техникой стоит задача



Мысленный эксперимент

А ЧТО ТЫ ГОТОВ СДЕЛАТЬ ДЛЯ СВЕТЛОГО БУДУЩЕГО?

Предлагаем вам провести мысленный эксперимент надсобой. Его результаты можете обсудить с друзьями и родственниками.

Условия такие:

- Вам предложили участвовать в одном очень-очень крупном научном проекте. Он потребует от вас немало усилий.
- Практические результаты этого проекта станут очевидны нескоро — допустим, через пятьдесят лет. Или через сто. То есть вы их точно не увидите.
- Из предложенного списка можно выбрать только одну тему.

Какому проекту вы отдали предпочтение? Почему вы сделали именно такой выбор?

ТЕМЫ ВЕЛИКИХ ПРОЕКТОВ

1. Строительство обитаемой базы землян на Луне или Марсе.
2. Полёт космического аппарата к другой звёздной системе.
3. Технология, которая позволит сделать продукты питания максимально дешёвыми, почти бесплатными.
4. Препарат, продлевающий средний возраст жизни человека на пять-десять лет.
5. Медицинская технология, с помощью которой можно излечить любой вид рака.
6. Система искусственного интеллекта, которой можно делегировать принятие ключевых политических и финансовых решений.
7. Способ быстрого излечения депрессии и других психических расстройств.

осуществления термоядерной реакции не в виде взрыва, а в форме управляемого, спокойно протекающего процесса». ITER изначально задумывался как мирный проект, недаром он родился в период потепления отношений между главными соперниками: СССР и США. Он не обязан подчиняться ни одной из стран. Администраторы обслуживают нужды учёных. Учёные решают, на что будут потрачены деньги, которые выделяют государства. Именно здесь политик-воин оказался подчинён учёному-философу.

И цели, и средства

Мечта: движение к благу тоже оказывается благом

Большинство утопий прекрасны. Изобилие, справедливость, братство и всем холодный мохито бесплатно. Беда в том, что методы достижения этого будущего оказывались совсем не прекрасными. Гражданские войны, террор, голод... Большевики объясняли: цель оправдывает средства. Возможно, поэтому к концу XX века утопии вышли из моды. Прелесть большого научного проекта в том, что он не требует кровавых жертв. Только выделяйте финансирование (не такое уж большое на фоне других государственных расходов) и не мешайте работать. Само движение к великому результату даёт свои результаты. Создание уникальных научных установок приносит людям немало хорошего в виде побочного продукта. Самый раскрученный пример — современный интернет, который стал таким благодаря сотрудникам CERN, приспособившим сеть под свои фундаментальные физические задачи. ITER расшифровывается как International Thermonuclear Experimental Reactor. Но ещё слово *iter* на латыни означает *путь, путешествие*. Кажется, в этом есть что-то очень символичное. ^ _ ^

Хроника термоядерных событий

≈ 4,5 млрд лет назад

Молекулярное облако, состоящее преимущественно из водорода, сжалось настолько, что силы гравитации победили силы электромагнитного отталкивания. Началась термоядерная реакция. Загорелась звезда по имени Солнце.

1920

Астрофизик Артур Эддингтон предположил, что источником солнечной энергии может быть термоядерный синтез.

1938

Физик Ганс Бете описал цепочки термоядерного синтеза в недрах звёзд.

1950

Сержант-срочник Олег Лавреньев из своей части на Сахалине написал письмо в ЦК ВКП(б). Изучив на досуге статьи по ядерной физике, он предложил схему преобразования термоядерных реакций «непосредственно в электрическую энергию». Идеи сержанта высоко оценил физик Андрей Сахаров.

1951

В США начали разрабатывать стелларатор — реактор, в котором происходит управляемый термоядерный синтез, не приводящий к взрыву. Название происходит от лат. *stella* — звезда, что должно было указывать на схожесть процесса в установке с тем, что протекает в звёздах.

1952

США испытали термоядерное взрывное устройство. Взрыв ядерного заряда (например, на основе плутония) запускает в таком устройстве термоядерную реакцию, в ходе которой ядра водорода образуют ядра гелия (поэтому такое оружие ещё называют водородным). Так можно достичь практически неограниченной мощности взрыва.

1953

СССР испытал первую термоядерную бомбу.

1954

Построена первая установка для управляемого термоядерного синтеза (в бомбе, естественно, он неуправляемый). Впоследствии её назвали токамак (тороидальная камера с магнитными катушками). Плазма в токамаке удерживается не стенками камеры, которые не способны выдержать необходимую для термоядерных реакций сверхвысокую температуру, а специально создаваемым комбинированным магнитным полем — тороидальным внешним и полоидальным по плазменному шнуру.

1968

После успешных экспериментов на советских токамаках эту технологию стали перенимать другие страны. Но все установки можно было использовать только в исследовательских целях:

термоядерные реакции были «убыточными», то есть производили меньше энергии, чем потребляли.

1985

Генеральный секретарь ЦК КПСС Михаил Горбачёв предложил президенту США Рональду Рейгану и президенту Франции Франсуа Миттерану вместе построить термоядерный реактор нового поколения. Инициатором этого предложения был академик Евгений Велихов. В одном из интервью он рассказал, что накануне встречи в верхах поделился идеей со своим другом Майком Робертсом из Министерства энергетики США: «Он был абсолютно уверен, что из этого ничего не выйдет. К счастью, он ошибся!»

1986

США, СССР, ЕЭС и Япония подписали соглашение о совместном проектировании термоядерной установки ITER.

1988

Начаты работы по концептуальному проектированию установки.

2001

Завершено инженерное проектирование ITER.

2003

К проекту присоединились Китай и Южная Корея, через два года — Индия.

2005

Выбрано место для строительства установки — Кадараш (это Прованс, юг Франции, примерно 60 км от Марселя, — места, вдохновлявшие знаменитых художников).

2010

Началось строительство.

2020

Приступили к сборке реактора.

2025

Получена первая плазма.

2035

Стабильный термоядерный синтез. Реактор выдаёт в десять раз больше энергии, чем потребляет для поддержания горения плазмы.

2044

Запуск реактора DEMO. Это промежуточная стадия между сугубо экспериментальным ITER и коммерческими термоядерными электростанциями. Предполагается, что он будет выдавать в 30–50 раз больше энергии, чем потребляет.

2048

Получение первой электроэнергии на DEMO.

Вторая половина XXI века.
Начало эпохи термоядерной энергетики.



В рубрике «Спорные новости» мы рассказываем о свежих исследованиях, вызвавших дискуссию. Часть этих гипотез будет опровергнута, другая, возможно, произведёт научную революцию. Делайте ставки! Статьи — источники новостей выложены в открытый доступ — к ним ведут QR-коды. Читайте и не забывайте сомневаться!

ОСТИ

СПОРНЫЕ НОВОСТИ

СПОРНЫЕ НОВОСТИ

СПОРНЫЕ НОВОСТИ

СПОРНЫЕ

ХОМО САПИЕНС — СТАРОЖИЛЫ ЕВРОПЫ?



В палеоантропологии снова меняется научное предание о сотворении человека. Оказывается, хомо сапиенс пришли в Европу не 40–45 тысяч лет назад, а гораздо раньше. А значит, они очень долго жили бок о бок с «коренными европейцами» — неандертальцами. Во французской пещере Мандрин нашли и датировали множество орудий и несколько зубов, неандертальских и сапиенских. Самому старому зубу сапиенса, как и некоторым орудиям, 56 800 лет. В дальнейшем пещеру попеременно занимали сапиенсы и неандертальцы, вымершие примерно 40 000 лет назад. Вероятно, заселение Европы человеком разумным шло очень постепенно: какие-то группы прописались тут давно, какие-то пришли намного позже. Из генетических исследований уже понятно, что общие дети сапиенсов с неандертальцами — это не единичные случаи, а обычное дело в те времена. Как и на востоке у неандертальцев с денисовцами, согласно генетическим данным из Денисовой пещеры. Вообще, всё более странно называть эти три популяции людей разными видами.



Культурный обмен, конечно, шёл ещё быстрее, чем обмен генами. Возможно, загадочный переход к верхнему палеолиту, «символическому поведению» — появлению рисунков, украшений, музыки, похорон и других ритуалов — потому и произошёл именно в это время, что сапиенсы, неандертальцы и денисовцы встретились и пообщались.



ПЛУТОН — ЕЩЁ ОДНА ПЛАНЕТА-ОКЕАН?

После тщательного изучения данных зонда New Horizons, который ещё в 2015 году сфотографировал Плутон крупным планом, учёные удостоверились, что на малой планете есть криовулканы, извергающие ледяную лаву. Плутон — далёкая от Солнца холодная планета, покрытая, как и другие каменные планеты без атмосферы, метановым льдом, азотным снегом и ударными кратерами от метеоритов. Но на одном из участков Плутона преобладают



огромные возвышенности с бугристыми склонами — купола высотой в несколько километров. Вокруг возвышений — отражающие свет равнины, в основном состоящие из водяного льда. А кратеров почти нет. Учёные пришли

к выводу, что эти купола — ледяные вулканы, которые сравнительно недавно извергали ледяную лаву, слизистую полужамёзшую массу. Поэтому кратеры от метеоритов просто не успели образоваться. Раз вулканы извергаются, значит, под ними есть тёплая и жидкая вода — огромные водные резервуары или даже единый большой подземный океан. Похоже, миры-океаны — обычное дело в космосе. Европа, Энцелад, Ганимед прячут гигантские водяные океаны под ледяной поверхностью. Что, если Солнечная система намного больше подходит для жизни, чем кажется?

ЭВОЛЮЦИЯ — ЭТО ОБУЧЕНИЕ?

Поразительное исследование, в котором Вселенная рассматривается как нейросеть, выпустила международная группа физиков и биологов, выходцев из России, среди которых известнейший эволюционист Евгений Кунин. Статья предлагает ни много ни мало новый взгляд на мироздание, определяя каждый атом как самообучающуюся систему. Учёные переписывают теорию эволюции на языке математической теории обучения. Оба этих процесса, эволюцию и обучение, можно описать как прохождение развивающейся (обучающейся) системы через постоянные испытания. При этом в системе могут происходить и закрепляться изменения, которые иногда улучшают результаты этих испытаний, иногда ухудшают их, а чаще никак на них не влияют. Модель эволюции как обучения выходит далеко за пределы таких очевидных аналогий и прослеживает детальное соответствие между существенными чертами эволюционного и обучающего процессов.



Изложенная на языке математической теории обучения, теория эволюции получает гораздо более широкое применение, охватывая весь

материальный мир. Теперь она намного лучше объясняет то, что объяснить не удавалось: происхождение сложности, жизни, памяти в физических и химических системах.

Цитата: «Детальное соответствие между ключевыми чертами процессов обучения и биологической эволюции предполагает, что это не простая аналогия, а скорее отражение глубокого единства эволюционных процессов, происходящих во Вселенной. <...> Если представить Вселенную как нейронную сеть... то все её системы, от составных субатомных частиц, таких как протоны, до атомов, молекул, форм жизни, планетарных систем и галактических скоплений, можно считать возникающими из динамики обучения. <...> Согласно изложенной здесь теории эволюции, любая наблюдаемая Вселенная состоит из систем, которые проходят обучение, или адаптивную эволюцию, и сама Вселенная является подобной системой. Таким образом, известное изречение Добжанского «Ничто в биологии не имеет смысла, кроме как в свете эволюции» следует перефразировать так: «Ничто в мире не может быть постижимо иначе, как в свете обучения»».

Итак, Вселенная — это самообучающаяся нейросеть. Мы тоже её часть — так учитесь, не позорьте органические молекулы!



У ГРИБОВ ЕСТЬ ЯЗЫК?

«Язык грибов, обнаруженный по их электрической импульсной активности» — так называется исследование, опубликованное бристольским профессором-микологом Эндрю Адамацки. Он стремится доказать, что, подобно нейронам, грибы обмениваются электрическими импульсами, передающими информацию, через гифы — длинные подземные нити, из которых и состоит подлинное тело гриба.



СТИ

СПОРНЫЕ НОВОСТИ

СПОРНЫЕ НО

Адамацки вставляет в гифы микроэлектроды и изучает их активность. Например, она резко усиливается, если гифы грибов, переваривающих древесину, вступают в контакт с деревом. Предполагается, что грибы используют электрический код для обмена информацией о еде или травмах с удалёнными частями своего тела, которое может быть размером с целый лес. Или с партнёрами, такими как деревья. Исследование показало, что эти всплески часто группируются в цепочки активности, в которых Адамацки выделил до 50 «слов».

«Есть, правда и другой вариант, — признаётся автор, — они ничего не говорят. Просто размножающиеся кончики гифов электрически заряжены. Но что бы ни представляли собой эти всплески активности, они не кажутся случайными». Пока что гипотеза выглядит чересчур смелой, но кто знает — возможно, однажды гугл-переводчик начнёт переводить с грибного. Зато саму статью хочется цитировать абзацами, причём непонятно, когда смеяться, а когда задуматься. В конце автор закономерно приходит к выводу, что мы угнетаем грибы.



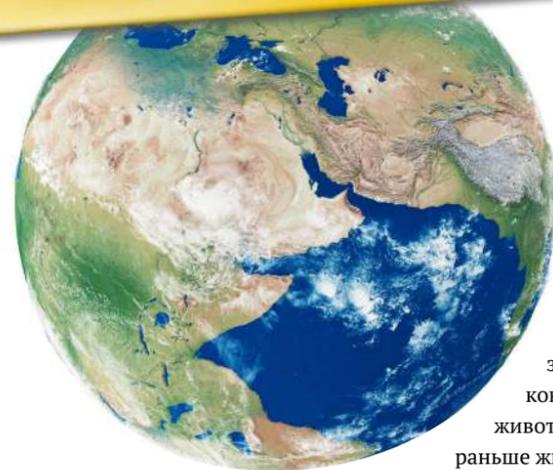
Эндрю Адамацки,
профессор-миколог

Цитата: «Появляется новая группа исследований языка существ без нервной системы. Так, биокоммуникации у инфузорий включают хемотаксис, феромоны, пузырьковые и гормональные сигналы. Коммуникация у растений рассматривается как знаковое взаимодействие, а не просто обмен информацией. Свидетельства различных видов химических „слов“ у растений обсуждаются в некоторых научных работах. Более того, концепция языка растений рассматривается в контексте их распределения, признания субъектности и присущего им достоинства».

У ВЕЛИКИХ ВЫМИРАНИЙ БЫЛА ОБЩАЯ ПРИЧИНА?



Причиной пяти великих вымираний на Земле могло стать движение литосферных плит, говорится в статье заведующего сектором Музея



землеведения МГУ профессора Валерия Снакина. Столкновения плит приводили к образованию новых континентов. Виды животных, которые раньше жили отдельно, встречались, конкурируя

за ресурсы и территорию, и через какое-то время менее приспособленные вымирали. Разъединение материков, напротив, приводило к географической изоляции и скачкам видообразования.

Цитата: «250 миллионов лет назад все литосферные плиты объединились в суперконтинент Пангея — тогда и произошло самое большое вымирание, пермско-триасовое, когда с лица Земли исчезло более 90% всех видов».

Гипотеза о движении литосферных плит может объяснить и другие масштабные катастрофы в истории Земли. Дальнейшее уточнение периодов объединения и расхождения плит позволит создать более достоверную модель динамики биоразнообразия. Остальные катастрофические явления, от падения метеорита до извержения вулканов, как правило, могут объяснить лишь отдельные эпизоды массового исчезновения видов. А ещё Снакин пишет, что глобализация ведёт к тем же последствиям, что и образование суперконтинентов. Новые транспортные пути объединяют материки, формируя аналоги Пангеи или Гондваны. Животные и растения из разных районов Земли при помощи человека перемещаются по миру и расширяют ареалы обитания. Но экспансия и инвазия чужеродных видов часто вредит местным организмам и приводит к сокращению биоразнообразия. ^_^



МИНОБРНАУКИ
РОССИИ



МГУ



Правительство
Москвы



РОССИЙСКАЯ
АКАДЕМИЯ
НАУК

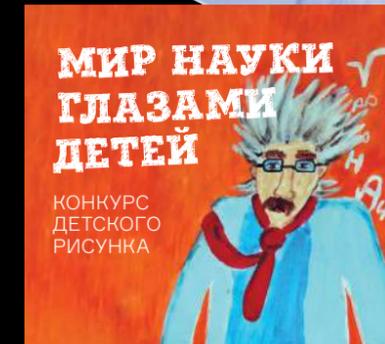


ВСЕРОССИЙСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ НАУКА+

КОНКУРСЫ 2022



ДЛЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЕЙ
И УЧЕНЫХ ИЗ 9-11 КЛАССОВ
**ПОДАЧА ЗАЯВОК
ДО 10 СЕНТЯБРЯ!**



ДЛЯ ДЕТЕЙ ДО 17, КТО
МОЖЕТ НАФАНТАЗИРОВАТЬ
НЕВООБРАЗИМОЕ
**ПОДАЧА ЗАЯВОК
ДО 12 СЕНТЯБРЯ!**



ДЛЯ ВСЕХ ЛЮДЕЙ,
СНИМАЮЩИХ ПРО НАУКУ
**ПОДАЧА ЗАЯВОК
ДО 4 СЕНТЯБРЯ!**



ДЛЯ ВООБЩЕ ВСЕХ,
КТО ИЗ БУКВ И КАРТИНОК
МОЖЕТ СДЕЛАТЬ
ВЕСЕЛО И НАУЧНО!
**ПОДАЧА ЗАЯВОК
ДО 10 СЕНТЯБРЯ!**



ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ЛАБОРАТОРИЙ
ШКОЛЬНИКОВ
**ПОДАЧА ЗАЯВОК
ДО 31 АВГУСТА!**



[festivalnauki.ru/
contests](https://festivalnauki.ru/contests)

Разговоры за мозг

Осторожно! В этом тексте слово «мозг» встречается 78 раз

✎ Никита Лавренов
 📍 Евгений Гурко для проекта
 «Разговоры за жизнь»

Сколковский институт науки и технологий (Сколтех) в партнёрстве с Российским научным фондом (РНФ) запустил новый медиапроект «Разговоры за жизнь» — цикл интервью с ведущими учёными, которые изучают жизнь (во всех смыслах этого слова). «КШ» присоединился к проекту и стартует с беседы нашего редактора с нейробиологом Филиппом Хайтовичем.

6:20 — звук будильника. Мозг просыпается неохотно.

6:30 — кофе. Кофеин блокировал аденозиновые рецепторы, и мозг получает меньше тормозящих сигналов. Всего лишь каскад биохимических реакций — топорная манипуляция якобы самым сложным органом, — и журналист готов ехать на беседу про мозг к профессору Сколтеха, одному из ведущих нейробиологов мира Филиппу Хайтовичу.

«Прошу прощения за странный вопрос — я тут влюбился недавно, и мозг мой порой становится прямо как сахарная вата. Думать невозможно. Что там в нём творится? Это пресловутый окситоцин со мной творит такое?» — спрошу я героя под конец беседы.

«Ну как наука может залезть к вам в мозг и понять, что там в разных состояниях происходит? У молекулярных нейробиологов подходящих методик пока нет, — улыбаясь и немного с сожалением ответит профессор Хайтович. — У томографов слишком много ограничений: плохое пространственное разрешение, да и временное тоже.

А про окситоцин и серотонин, о которых вы говорите, известно в основном по исследованиям на крысах и мышах...»

9:50 — *сажусь в такси*. Ехать предстоит от главного здания МГУ, оплота отечественных традиций академизма, в передовой и инновационный Сколтех. Водитель, мужчина лет шестидесяти, нарочито игнорирует навигатор и везёт своим маршрутом. Спрашиваю: «Вы местный?» — «Да, родился и вырос на Ленинском, все дороги тут знаю. Навигаторам этим современным не доверяю. Сам быстрее довезу».

И правда, зачем ему этот навигатор? Исследования показывают, что у водителей, которые пришли в профессию ещё в эпоху бумажных карт, связей в гиппокампе — похожем на морского конька отделе мозга в височной доле коры больших полушарий — больше, чем у среднестатистического человека. И сам гиппокамп порой больше. Этим органом мы активно пользуемся при ориентировании на местности, выстраивая ментальные карты пространства. Возможно, поэтому таксист привёз меня на 12 минут раньше расчётного времени.

Да, журналистов учат, что начинать материал с описания беседы с таксистом — моветон. Автор текста идёт на этот шаг сознательно и просит у критически настроенных читателей быть снисходительнее.

Самая сложная система

Беседа с Филиппом Хайтовичем началась в беседе у пруда в окружении старых берёз, выросших явно до заложения первого камня Сколковского института науки и технологий. «Разговор за жизнь» начался с банального — с пути в науку.

Почему в начале 1990-х — столь сложное время — вы решили пойти на факультет, который ведёт в фундаментальную науку? Я тоже окончил биофак, но значительно позже, и старшие коллеги рассказывали о трудностях с зарплатой, о том, как в столовых бесплатно раздавали квашеную капусту с чёрным хлебом, чтобы поддержать сотрудников хоть как-то...

Если честно, я просто не понимал, что происходит. Поэтому у меня даже мыслей не возникало, что что-то может настолько радикально измениться.

А почему в биологию пошли?

Я никогда не отличался способностями к математике, поэтому такие науки, как математика, физика, были для меня слишком сложными. Способностей к гуманитарным наукам я тоже не проявлял. Химия требовала больших усилий. Поэтому оставалась либо медицина, либо биология. Медицины я просто испугался: это большая ответственность — работать с людьми. Вопросы жизни и смерти. Так что другого выбора, в общем-то, и не было.

Почему именно мозгом решили заниматься?

Я начал им заниматься после того, как окончил аспирантуру. Понимаете, когда уже начинаешь работать над каким-то направлением после учёбы, изменить его радикально становится сложно, потому что существует конкуренция. В принципе, это был мой последний шанс выбрать направление, которым я бы занимался всю оставшуюся жизнь. И, конечно, даже с обывательской точки зрения человеческий мозг — один из самых интересных объектов.

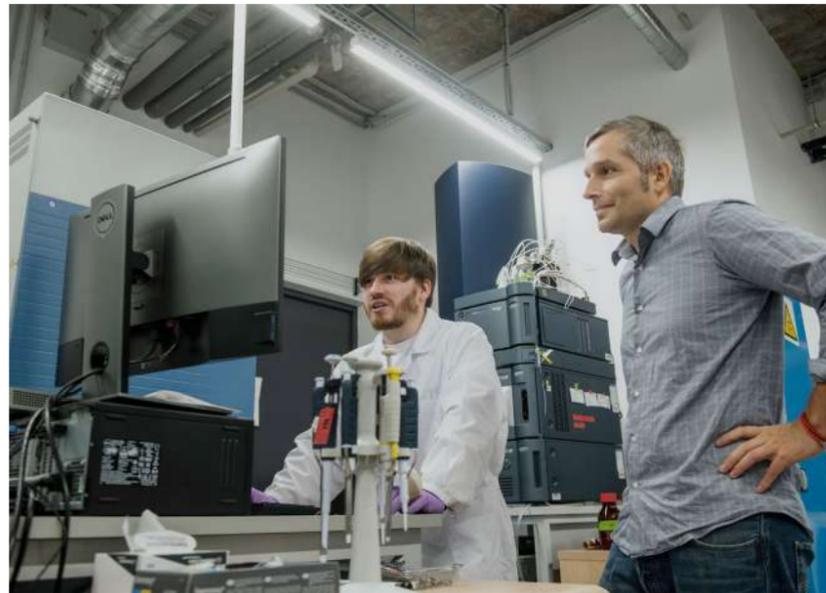
В популярных материалах мне часто встречался тезис, что, мол, мозг — крайне сложно устроенная структура и что сознанием, продуктом этого самого мозга, невозможно понять, что есть сам мозг. Разделяете вы такую позицию?

Можно задаваться такими вопросами в философском плане, но я к этому подхожу более прагматично. Все биологические

системы сложные, а мозг, особенно человеческий, — одна из самых сложных. Тем не менее у нас появляются инструменты, чтобы его исследовать, и глупо было бы не попробовать.

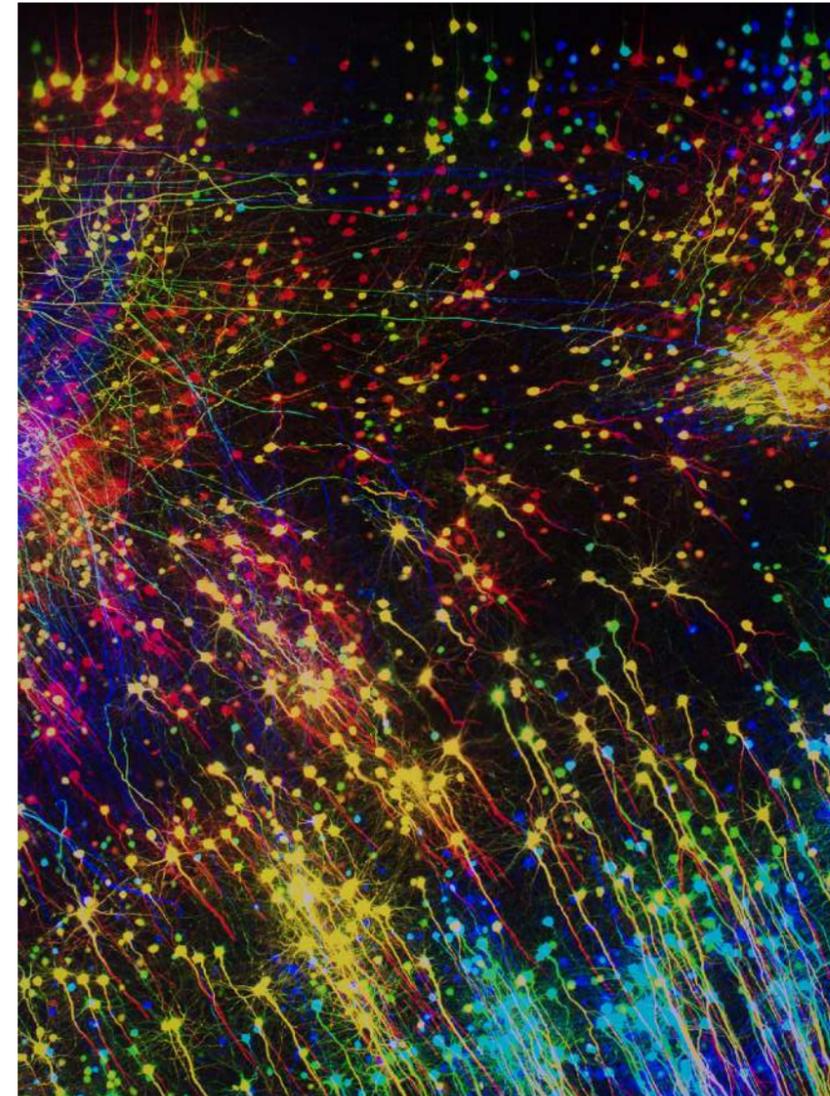
То есть мозг действительно можно считать самой сложной системой?

Да, и это не будет заблуждением. Другие органы и ткани тоже сложно устроены, особенно такие нетривиальные, как печень, почки, лёгкие. Но мозг — он особенный. Он гораздо более многофункциональный. Ведь его задача — обеспечить адекватное взаимодействие организма с внешней средой и с другими особями вида своего владельца.



Молекулярная археология трупных мозгов

Филипп Хайтович изучает мозг на самом базовом уровне его организации — молекулярном. Психиатрия и психологи, например, фокусируются исключительно на его высших психических функциях. Анатомы и психофизиологи раскраивают мозг на функциональные зоны, подобно лоскутному одеялу, и смотрят, как и над чем эти зоны работают. Другие специалисты, например цитологи, смотрят на клеточную организацию и процессы, протекающие внутри клеток мозга. А учёные, подобные нашему герою, разбираются с молекулярным портретом самого сложного органа.



Ваши исследования, насколько я понял, связаны с регуляцией активности генов в мозге, да?

Мы стараемся изучать разные вещи, то есть... Смотрите, как всегда в биологии и было, мы ограничены инструментарием. Вот появился когда-то микроскоп — и биологам открылась новая вселенная. Потом появились методы расшифровки генома. Теперь у нас есть инструменты оценки экспрессии [активности. — прим. «КШ»] генов. Наша группа занимается молекулярным составом мозга. Но мы берём не живой мозг, а мозг, в котором активности уже нет.

То есть от трупов?

Да. И просто смотрим, из чего, из каких стройматериалов он сделан.

Сплайсинг — это механизм, с помощью которого один и тот же ген может дать начало разным белкам. Сначала с матрицы ДНК, как обычно, синтезируется молекула матричной РНК. Затем ферменты вырезают из неё определённые фрагменты и выкидывают их, а оставшуюся часть мРНК сшивают. С разных мРНК, синтезированных с одного гена, можно вырезать разные фрагменты и, соответственно, получить разные белки. Такой механизм работает не только в молекулярно-генетических лабораториях, но и в наших клетках — естественным образом.

Как археологи на руинах?

Именно! Словно откопали какое-то здание — и по трубам, планировке, забытым инструментам пытаемся воссоздать, какая активность в этом здании происходила.

Чтобы понять динамику мозга, нам нужно сравнивать его в разных состояниях. Тут можно выделить три главных направления. Первое — развитие и старение. Изначально наш мозг наделён не всеми своими функциями: они развиваются вместе с мозгом, а во время старения, наоборот, частично утрачиваются.

С потерями функций связано второе направление — медицинское. Мы можем сравнивать мозг здоровых людей и, например, страдающих шизофренией, депрессией, расстройствами аутистического спектра, а затем разбираться, с какими маркерами эти расстройства связаны, какие молекулярные поломки к ним ведут.

Третье направление — эволюционное, когда мы сравниваем мозг человека с мозгом шимпанзе и более далёких родственников. В одной из работ мы совместили онтогенетический подход и эволюционный — это дало больше информации о том, что именно отличает мозг человека. Причём не уже сформировавшийся мозг, а как отличается его развитие.

Что делает человеческий мозг человеческим и мозгом

В теле среднестатистического человека около 30 триллионов клеток. Все они обладают идентичной генетической информацией, однако одни становятся, например, клетками печени, а другие — нейронами. Человеческий мозг отнюдь не самый большой по числу клеток среди животного царства, однако по сложности организации равных ему нет.

— Если мы посмотрим на совсем базовом уровне, то клетки печени от клеток мозга будут отличаться набором активных генов. И они должны «ответиться» от базового, эмбрионального уровня и активировать тот набор генов, который характерен для их типа ткани.

Но существует ещё механизм сплайсинга. На ранних стадиях эмбриогенеза клетки его почти не используют. Ткани почек и печени почти не используют этот механизм и во взрослом организме, то есть сохраняют ту же структуру генов, что и в зародыше.

Мозг же, по-видимому, не мог бы быть столь сложным без альтернативной регуляции. Он начинает применять этот механизм на ранних стадиях эмбрионального развития. Скорее всего, альтернативный сплайсинг позволяет структурам быстрее эволюционировать. Даже по сравнению с ближайшими родственниками — обезьянами человек начинает использовать более разнообразные формы сплайсинга.

Семь процентов шизофрении

В истории нейробиологии принято выделять два прорыва. Первый случился тогда, когда для диагностики и лечения начали применять имплантированные в мозг электроды. Тогда мы многое узнали о функциях отдельных зон мозга. Второй связан с появлением широкого спектра методов неинвазивного исследования мозга, включая различные виды томографии.

Группа Филиппа Хайтовича применяет к мозгу методы, ставшие массовыми относительно недавно. Это так называемые «омиксные» методы, к которым относят геномику (когда смотрят, например, активность генов), транскриптомику (когда по оставшимся в клетках мРНК пытаются установить, какие гены и как в них работают). Это даёт не только фундаментальные, но и вполне прикладные результаты. Так, одно из направлений деятельности Центра нейробиологии и нейрореабилитации Сколтеха связано непосредственно с медицинской практикой. Группа Филиппа Хайтовича занимается разработкой методов диагностики психических заболеваний.

Филипп, что можно сказать, допустим, обо мне, взяв и проанализировав молекулярный состав тканей моего мозга?

Можно сказать многое. Но у живого человека взять ткань мозга обычно не получается. Удивительно, но за более чем столетнюю историю изучения таких распространённых психических заболеваний, как шизофрения, депрессия и аутизм, мы до сих пор не поняли их молекулярные механизмы. Мы не понимаем даже механизмы поломки. Была большая надежда, что генетические исследования позволят открыть как раз эти механизмы. Если у одного из близнецов диагностировали заболевание, вероятность диагностировать у второго — около 50%. Наследуемость на таком уровне — это очень много.

Шизофренией страдает около 1% населения. То есть средняя вероятность, что у того или иного человека шизофрения, составляет 1%. При наличии генетического варианта, повышающего риск заболеть на 7%, человек окажется больным с вероятностью 1,07%.

Но хотя для той же шизофрении исследования проведены на более чем полумиллионе человек, суммарный генетический эффект, который можно было бы связать с риском заболевания, объясняет только около 7% риска. Это очень мало. Причём 7% — это не риск заболеть шизофренией при наличии того или иного генетического маркера. Это показатель того, что у данного человека риск заболеть на 7% выше, чем в среднем по популяции.

Но ведь у шизофрении выявили много генетических маркеров, разве нет?

В том-то и дело, что их слишком много. Если мы их все просуммируем, кумулятивный эффект и составит 7%. А если взять индивидуальный маркер, даже самый яркий, это будет порядка 1% или даже меньше. И это печально по двум причинам. С одной стороны, это не позволяет нам проводить раннюю диагностику и помогать людям, с другой — не даёт добраться до механизма заболевания.

Взять соскоб со щеки, и сразу всё понятно станет...

Но ведь цель не просто диагностировать, а понять, как избавиться от заболевания, как проводить профилактику, что предложить людям, может быть, с детства, чтобы у них не развивалась эта болезнь.

То есть генетика не помогла. А молекулярные исследования?

Понимаете, в генетических исследованиях взять полмиллиона соскобов со щеки не проблема. Геном во всех клетках одинаков, можно сравнивать, искать маркеры. А в молекулярных исследованиях собрать полмиллиона мозгов и изучить во всей полноте миллиарды клеток каждого... Когда вы смотрите не на генетическую информацию, каждая клетка будет отличаться от другой. Это мгновенно усложняет задачу даже не на порядки — в миллиард раз.

А если брать среднее, допустим, по кусочку коры?

Это как раз и пытаются делать. Существующие исследования, их не так мало, фокусируются на очень конкретных регионах мозга — например, на отдельных участках префронтальной коры, — просто потому, что с точки зрения психиатрии, скорее всего, эти участки являются доминирующими в развитии шизофрении. И это тоже проблема. Если сравнивать с гео-



графическими открытиями, то представьте, что Европа уже хорошо исследована, карта есть подробная, а другие части света совершенно размыты, там какие-то чудища плавают. Вот с исследованиями психиатрических заболеваний у нас похожая ситуация. Мозг — это же системная вещь! Понять, что в нём ломается, изучая какой-то определённый кусочек, очень сложно. Поэтому мы пытаемся расширить географию своих исследований, смотреть на большое количество регионов мозга...

Пазл складываете? Фрагмент тут, фрагмент там...

Совершенно верно. Например, мы посмотрели на липидный состав мембран 75 регионов мозга, посмотрели на активность генов в 35 регионах. И вот после этого, мне кажется, мы начинаем видеть изменения, которые возникают при шизофрении. В мозге есть клетки нейрональные и глиальные. При шизофрении их баланс существенно меняется. И мы предполагаем, что этот сдвиг может быть вызван определённым набором регуляторных факторов. Пока это только предположение, но поскольку мы видим скоординированные изменения во множестве разных регионов,

это позволяет провести анализ и вычлнить ключевых игроков, которые как бы регулируют... Понимаете, если изменения скоординированы, кто-то должен их координировать. Мы можем искать среди регуляторных факторов, кто же подозреваемый, и составить их список. Конечно, это не доказанное преступление, но список подозреваемых уже есть.

Поликлиника будущего

По каким ещё заболеваниям такие списки вообще можно составить?

Мы будем исследовать мозг людей с депрессией. Вначале были опасения, что депрессия не даёт таких очевидных молекулярных изменений в мозге, как шизофрения. Но предварительные результаты, которые мы получаем, показывают, что и там мозг меняется очень сильно, так что наша следующая задача — сопоставить разные заболевания. И на этом этапе мы сталкиваемся с очередной проблемой. В психиатрии нет ни молекулярных, ни других биологических инструментов, чтобы поставить диагноз. Это всегда собеседование, и чётко сказать, что у одного шизофрения, а у другого депрессия, бывает сложно.

Это всегда набор симптомов, поэтому у людей с шизофренией будут и депрессивные симптомы, а в дополнение к ним, например, слуховые галлюцинации. Возникают толстые книги, по которым ставится диагноз. Как определители в ботанике: лист такой формы или другой, лепестков пять или шесть.

Но в ботанике все эти признаки ведут к однозначной идентификации. А здесь у вас может быть шесть лепестков и лист совсем другой формы. И как это классифицировать? Возможно, те молекулярные исследования, которые мы ведём и планируем, как раз и позволят понять, насколько это разные заболевания.

Как же всё-таки быть с моим мозгом?

Что можно сказать по его молекулярному составу?

Здесь нужно пытаться анализировать не мозг, а другие доступные нам данные. И, к сожалению, соскоб со щеки, как мы уже говорили, пока что малоинформативен. Но в плазме крови у нас плавает множество метаболитов, в том числе липиды, которые являются основными компонентами мембран мозга. Собственно, они проходят гематоэнцефалический барьер и попадают в плазму. Они могут быть более информативными в части физиологических состояний. Существующая панель тестов — холестерин, триглицериды, сахар — не исчерпывающая. Нельзя сказать, что медики, биологи протестировали все имеющиеся в крови соединения, выявили те, которые что-то отражают, и всё остальное определили как мусор. Нет. Поэтому в плазме крови можно искать и соединения, которые могут что-то рассказать о вашем мозге.

То есть нужно не целевым поиском искать, а всё подряд смотреть и сравнивать?

Да, это один из возможных подходов. Конечно, с точки зрения мозга плазма крови — очень проблематичный источник информации: она отражает то, что происходит не только в мозге, но и в других частях организма. Но, например, исследования американских лабораторий в Пенсильвании показывают, что определённые липиды начинают проходить через гематоэнцефалический барьер при критической гипоксии мозга. Можно представить, что это не стена, а, скажем, полицейский кордон. И у сотрудников там проблемы: зарплату, допустим, не дали или не кормили давно. Соответственно, они начинают работать хуже. И тогда через гема-

тоэнцефалический барьер проходит то, что не должно. На практике маркеры гипоксии уже используют. Если серьёзные повреждения мозга вызваны утоплением или удушьем, это можно увидеть по крови. Так можно понять, насколько повредился при гипоксии, иногда возникающей во время родов, мозг новорождённых. Есть определённые маркеры, кардиолипиды, которые появляются в плазме крови, только когда мозг серьёзно повреждён.

Гематоэнцефалический барьер — полупроницаемая структура, которая разделяет кровеносную и центральную нервную системы, выступая таким высокоизбирательным фильтром. Из-за этого барьера многие вещества не проникают в мозг.

Больница имени Н.А. Алексеева — одна из крупнейших и старейших психиатрических клиник Москвы. С 1922 по 1994 год она носила имя П.П. Кашенко и широко известна по старому названию.

Для заболеваний или каких-то других проявлений высших психических функций такие маркеры есть?

Этими вопросами занимается около двадцати лабораторий — совсем немного в масштабах мира. Недавно наша группа присоединилась к поискам. Мы исследовали комплекс заболеваний с яркими проявлениями — какими-то поломками в мозге. Это шизофрения, депрессия, биполярное расстройство. И нашли панель из нескольких десятков потенциальных маркеров, которые позволяют выявить риск. Не шизофрении, а просто психиатрического расстройства — с точностью выше 90%.

Ничего себе!

Пока что это ограничено выборкой. Например, недавно мы вместе с Алексеевской больницей провели слепое тестирование

на 120 образцах. Мы не знали, кто чем болен. Да, это всего 120 образцов, но они хорошо сбалансированы. Конечно, нельзя сказать, что это готовое исследование, проведенное на больших выборках, что его можно внедрять в клиническую практику. Тем не менее это очень большой шаг по сравнению с той же генетикой, где такое тестирование сделать просто невозможно.

То есть, условно говоря, через 25 лет я смогу пойти в поликлинику, сдать анализ, и мне скажут: «Вам бы к психиатру»?

Думаю, раньше, где-то в пределах пяти — максимум десяти лет. Но наличие маркера никогда не будет диагнозом. Потому что это невозможно сделать со стопроцентной точностью. К сожалению. Ведь если любому из нас сказать «вам нужно к психиатру», никто не пойдёт. Другое дело, если аргументировать: у вас найдены маркеры шизофрении — проверьтесь.

Лайфхаки и тот самый вопрос

Проговорив с профессором Хайтовичем больше часа о молекулярном составе мозга и маркерах его патологических состояний, я задал вопрос, что же творится во влюблённых мозгах, почему вместо мыслей в них витает сахарная вата и обезьянка стучит тарелками. Но профес-

сор, как вы уже знаете, лишь подшутил над мной. Однако беседа на этом не закончилась, и мы успели немного обсудить жизнь — с позиции нейробиологии.

Вы занимаетесь исследованиями мозга большую часть своей жизни. И знаете про... Нет.

Но всё равно вы знаете про мозг гораздо, в разы больше, чем средний человек.

Это тоже спорное утверждение. Я что-то знаю про определённые аспекты мозга.

Помогли ли вам эти знания как-то справиться с собой? Поделитесь лайфхаками...

То, чем я занимаюсь, пока немного далеко от практических рекомендаций. Главное, что нужно понимать: наш мозг — это часть организма, а не изолированная система. И если мы хотим сохранить наш мозг в хорошем состоянии, нужно следить за общим здоровьем. Второй аспект: наш мозг — это динамическая система, он постоянно меняется. Он существует для того, чтобы адаптировать наше поведение к взаимодействию с внешней средой, с другими людьми. Но мозг не обладает способностью различать реальную внешнюю среду и иллюзорную. Для него равноценно, что видит глаз на экране телевизора и что происходит в реальной жизни. И чем меньше наше видение мира связано с реальностью, тем менее адекватным образом мы будем на этот мир реагировать.

То же самое, например, с абстрактным мышлением. Если в какой-то момент мы не дали ребёнку информацию, не дали возможность проявить правильную активность, которая потом попала в мозг и сформировала навык, то после определённого возраста это будет невозможно. Например, дети старше 7–8 лет уже не научатся говорить на иностранном языке без акцента. Просто потому, что этим занимается другой отдел мозга. После рождения наш мозг представляет собой такой чистый лист. Благодаря поступлению внешней информации в нём запускаются каскады формирования способностей. А если информация не поступает, то и каскад не запускается. Эти аспекты стали для меня более очевидными, когда я начал интересоваться мозгом. Но, к сожалению, мы ещё не настолько хорошо разложили мозг по полочкам, чтобы связать молекулярные аспекты с поведением. ^_^



КРАСИВЫЙ ГАД SPECIES NOVA

Species nova — в переводе с латыни «новый вид».



✎ Никита Лавренов

Открыть что-то новое, пожалуй, интимная мечта каждого учёного. Именно открытие обеспечивает плоду интеллектуального труда путь в вечность, неся на себе этикетку с именем первооткрывателя. Новый для науки вид живых существ — одно из самых осязаемых среди возможных открытий. А за каждым открытием, как правило, стоит человеческая история, скрытая сухими строчками научных статей. **Ирина Екимова** совместно с коллегами недавно описала новый и невероятно красивый вид голожаберного моллюска из Японского моря. Долгим вечером, что за беседой о науке и жизни незаметно перетёк в раннее утро, Ирина рассказала редактору «КШ», что стояло за открытием красавчика *Eubbranchus malakhovi species nova* — нашего организма номера.

Исследование проходило при поддержке РФФ (проект № 19-74-00144) и РФФИ (проект № 20-34-70044), его результаты опубликованы в научном журнале *Invertebrate Zoology*.

Ирина Екимова, старший научный сотрудник кафедры зоологии беспозвоночных МГУ, специалист по голожаберным моллюскам, администратор паблика «ВКонтакте» «Голожабы на каждый день»



Неведомые дали

Далеко-далеко на Дальнем Востоке, в удалении от Владивостока, далеко в горах основали в 1897 году шахтёрский посёлок Тетюхе. Название его с китайского переводится как «долина диких кабанов». В советское время этот дальний-дальний посёлок вырос в город, который жил добычей и переработкой свинцово-цинковых руд, и переименовали его в Дальнегорск. Расположен Дальнегорск настолько далеко и в горах, что руду оттуда

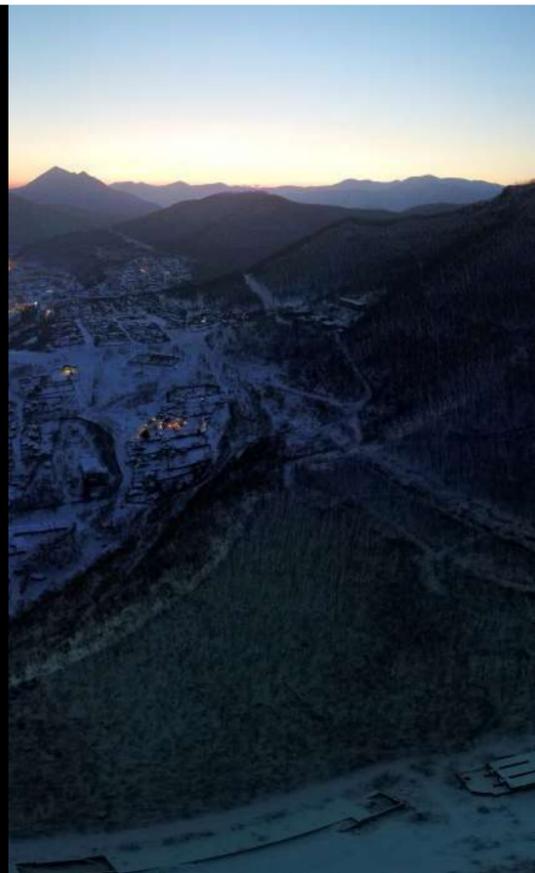
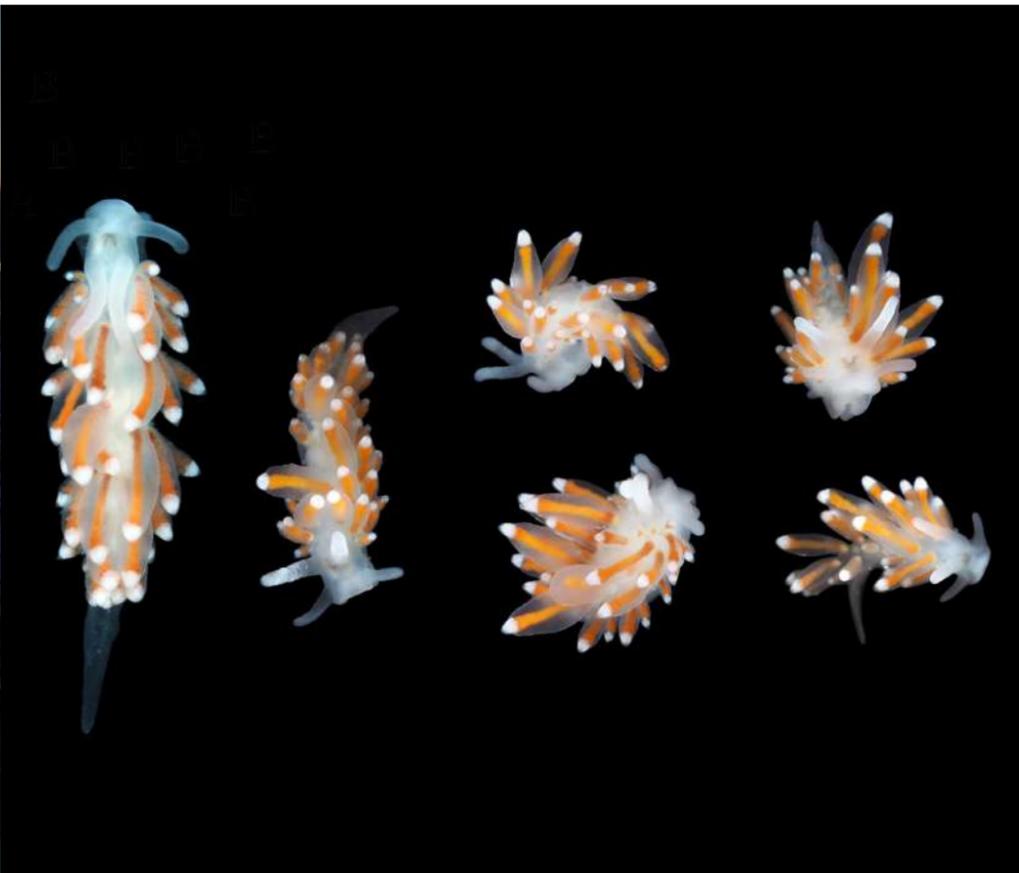
— Я пришла к нему с ноутбуком, начала тыкать в разные фоточки животных, а он мне — показывать точки на карте, где эти животные обитают, когда и при каких условиях встречаются, что едят и много-много других деталей, — вспоминает Ирина Екимова. — А в 2014 году Шпатак нашёл там голожаберного моллюска, которого сам идентифицировал как что-то новенькое. Дальше мы делали молекулярно-генетические

анализы — смотрели и митохондриальную ДНК, и ядерную, — морфологию подробно описали, с экологией разобрались... Так сложилось описание нашего *Eubranchus malakhovi*.

Каков ты есть, красавчик?

«Внешняя морфология. Тело длиной до 8 мм. Тело вытянутое, узкое. Цераты (выросты, покрывающие спину и функционирующие

Заканчиваются эти выросты маленькими мешочками, научное название которых наводит на мысли о сюрикенах, катанах и самураях. Книдосаками они зовутся. В эти книдосаки мягкотелый моллюск складывает оружие. Производит он его не сам, а нагло ворует у гидроидов, которыми питается. Гидроиды и их родня — кораллы и медузы — для защиты от врагов эволюционно обзавелись стрекательными клетками, внутри которых,



можно переправлять разве что морем, а до ближайшей удобной бухты от Дальнегорска почти 40 километров. В бухте этой вырос порт, а вокруг порта — посёлок Рудная Пристань.

В посёлке Рудная Пристань живёт дайвер Андрей Шпатак, что за год погружается в воды морские по 400 раз. Погружается — и фотографирует обитателей доньев. Андрей публикует работы в своём «ЖЖ», и эти заметки — ценнейшая руда для учёных, что изучают гадов морских.

Андрей Шпатак, дайвер и подводный фотограф, лауреат международных фотоконкурсов, автор блога «Заметки дайвера» на LiveJournal.



как жабры. — «КШ») упорядочены группами по 4 штуки и образуют до 6 отчётливых рядов. Спинная церата погружённая, печень занимает до 50% её объёма. Боковая церата цилиндрическая, печень занимает большую часть её внутреннего объёма», — гласят первые строки научного описания внешнего вида нового, простите за тавтологию, вида. В этом описании важно то, что внутренности красивых выростов на спине некоторых голожаберных моллюсков — это полости разветвлённой печени.

подобно сжатой пружине, упакована нить с отравляющим веществом. При контакте кого-то чужого со стрекательной клеткой нить мгновенно разворачивается, выбрасывается наружу и жалит его. Неосторожный контакт с медузой в Адриатическом море омрачил полдня бесценного отпуска автору этого текста.

Но голожаберным моллюскам, что, в отличие от редактора «КШ», приспособились к питанию гидроидами, эти выстрелы нипочём. Они, в том числе и наш герой, выставляют

от выстрелов щит, а затем, выедавая и переваривая гидроидов до последней клеточки, поглощают эти самые стрекательные капсулы и в непереваренном виде транспортируют их по полостям той самой разветвлённой печени. Чужое оружие встраивается в кнidosаки и становится оружием собственным, моллюсковым. Спинные выросты принимают законченный вид — им же только и не хватало какого-нибудь колпачка, — и моллюск приобретает свой неотразимый облик. Такой вот гад-ворюга.

Чьих будешь, мокрушник?

На этот вопрос отвечают молекулярно-генетические данные. Ближайший к Рудной Пристанни, что в акватории Японского моря, известный представитель рода *Eubranchius* обитает в северо-восточной части Тихого океана и называется *E. sanjuanensis*. Чуть дальше, в Арктике, живёт ещё один — *E. odhneri*. По молекулярно-генетическим данным, новый вид оказался ближе к арктическому родственнику, нежели к соседу. И то различия по митохондриальной ДНК, что передаётся исключительно от матери, новичка и арктического *E. odhneri* оказались не слишком существенными, а вот по ядерной — достаточными для выделения находки в новый вид.

Далее в ход пошли старинные молекулярные часы — математический метод, который позволяет учёным выявлять время расхождения эволюционных путей организмов и некогда позволил редакции «КШ» выяснить, что Ленин скорее гриб, чем банан. С точностью до пары сотен тысяч лет молекулярные часы показали: пути арктического моллюска и новоописанного разошлись 1,5 миллиона лет назад.

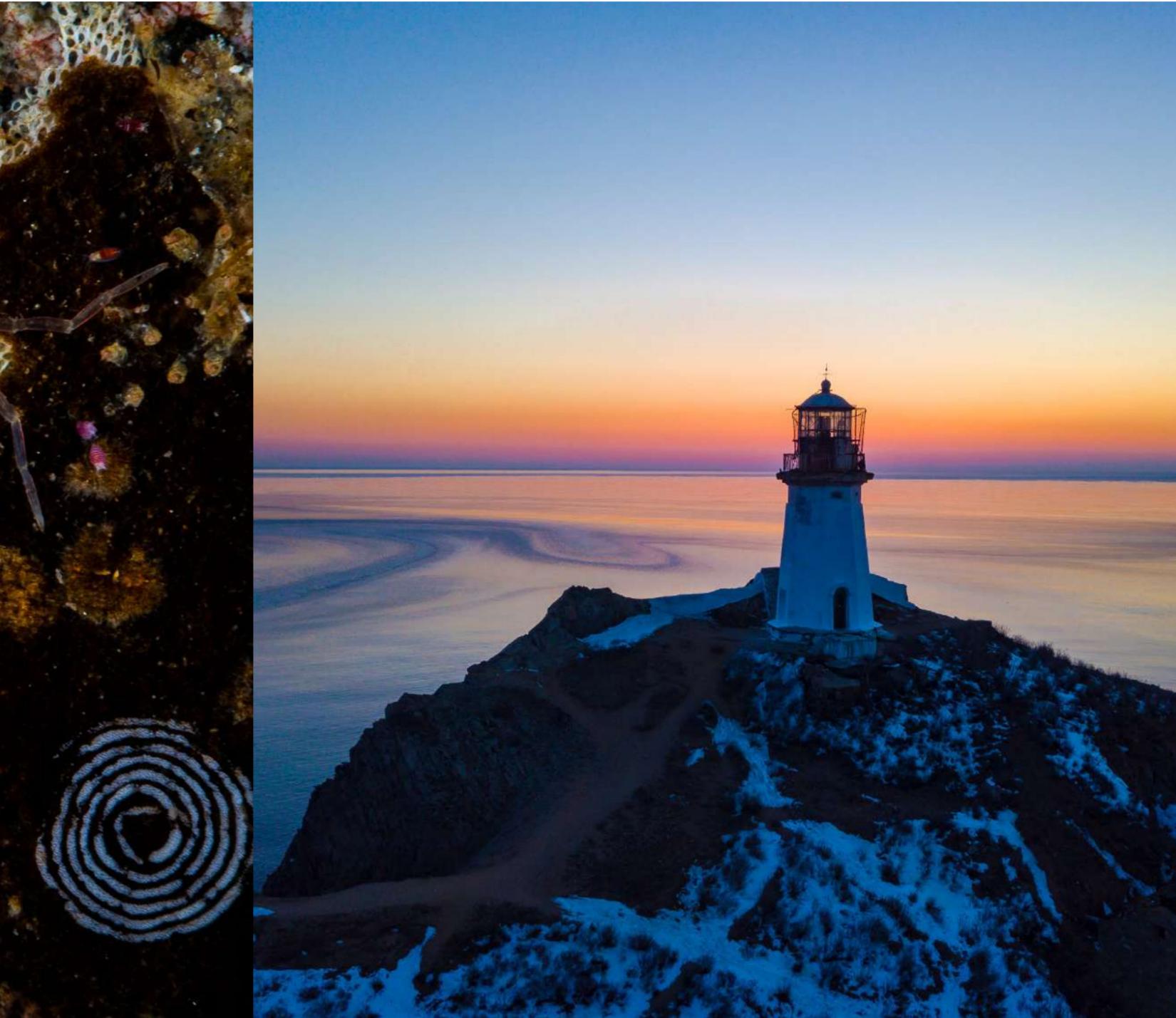
Дело давно минувших дней

1,5 миллиона лет. За это время перешеек между Северной Америкой и Камчаткой — Берингия — успел подняться и опуститься несколько десятков раз. Его поднятия позволяли животным и людям мигрировать между континентами: например, индейцы произошли от популяции жителей Южной Сибири, перебравшихся по перешейку в Америку около 25 тысяч лет назад. Опускания обеспечивали миграцию обитателей океана.



Основа метода примерно следующая. У учёных имеются вводные данные: количество различий, накопленных в том или ином локусе генома, и скорость их накопления. Путём банального перемножения скорости на «путь» получают время, затраченное на прохождение эволюционного пути, — почти как в школьной физике. Всё было бы довольно просто, если бы не было столь сложно рассчитывать скорости накопления замен в геноме: в разных его частях процесс идёт с разной

интенсивностью, разные организмы эволюционируют с разной скоростью (один из героев нашей рубрики «Организм номера» — гриб-трутовик шизофиллум — попал на полосы журнала как раз за рекордную скорость накопления мутаций), отсутствуют генетические данные ископаемых организмов, и ещё десяток нюансов. Но сложные математические модели и вдумчивая работа учёных с данными позволяют эти часы калибровать — «подводить» под каждый конкретный случай — и получать более достоверные результаты.



1,5 миллиона лет назад, задолго до появления людей в Сибири, Берингия как раз опустилась — обитатели морские мигрировали из Тихого океана в Арктику (и дальше в Атлантику) и в обратном направлении. Когда Берингия закрывалась, популяции изолировались, и начиналось видообразо-

вание. Если быть точным, то аллопатрическое видообразование — это когда виды расходятся из-за географической изоляции. Бывает, что виды расходятся, находясь в одной локации, но занимая разные экологические ниши. Такое видообразование называется симпатрическим.

Голожаберные моллюски интересуют Ирину как яркий пример обеих моделей образования видов и ключ к пониманию истории фаун морей умеренных широт. Как именно появился новоописанный *Eubranchus malakhovi* — вопрос дискуссионный. Возможно, сначала предковые виды разошлись по разным объектам питания и, пока не потеряли способность скрещиваться друг с другом, как-то обменивались генами — тут пора вспомнить малые различия по быстро накапливающей замене митохондриальной ДНК. Другой возможный сценарий — это если ареал предкового вида сначала разделила Берингия, изолированные популяции начали приобретать уникальные свойства, но ещё не окончательно потеряли способность скрещиваться. Потом Берингия опустилась, из одной изолированной популяции в другую попала самка (митохондриальная Ева!) и распространила свои митохондриальные гены.

Эволюция голожаберных моллюсков в целом и зубранхусов в частности — дело давно минувших дней и открытый вопрос. Именно он и занимает Ирину, ему посвящён её глобальный научный проект. А открытие нового вида — продукт побочный. Нашёл местный дайвер Андрей Шпатак что-то новенькое, выслал — и вот оно, открытие. Настоящая гражданская наука.

Активизм во фьордах

Для России открытие нового гада гражданскими силами — случай редкий. В Норвегии дела обстоят несколько иначе. По словам Ирины, норвежские дайверы, что так любят погружаться в местные фьорды, тесно контактируют с учёными и регулярно снабжают их находками, среди которых нередко оказываются новые виды. У нас схожим образом, когда на относительно небольшой территории встречается необычайное разнообразие морских гадов, обстоят дела на Дальнем Востоке.

— Я довольно много ныряла на Дальнем Востоке, — рассказывает Ирина, — но за всю историю погружений нашла лишь одного голожаберника. Одного! Потому что надо знать, где искать, а я не знала. Стоит скала in the middle of nowhere, заиленная, непонятная, удалённая от скал на десятки километров, и там на полипе сидит много

Вообще-то, голожаберные моллюски, как и наземные улитки и слизни, — гермафродиты. Сначала они производят сперму, а потом — яйца. Но гермафродитизм не лишает голожаберника возможности стать Евой. Митохондриальной. Достаточно выступить в роли самки и дать начало целой популяции.

голожаберников одного вида. На каждой скале по своему виду. Андрей Шпатак вокруг своей Рудной Пристани каждую скалу знает и каждого её обитателя отфотографировал — это невероятно ценно. Имя дайвера, что нашёл новый вид, запечатлено теперь в научной статье с первоописанием в разделе благодарностей. Самому же моллюску присвоено имя в честь заведующего кафедрой зоологии беспозвоночных биофака МГУ, профессора и академика Владимира Малахова — по личным причинам исследователя-первооткрывателя и согласно кодексу зоологической номенклатуры.

Эпилог

Шло время. Ирина написала ещё несколько статей про голожаберных моллюсков. Про их пищевые предпочтения и строение ракул, про то, как один их вид оказался пятью разными, про их эволюционную судьбу и расселение по планете.

Одна из статей озаглавлена так: «Описание *Dendronotus shpataki* sp. nov. (Gastropoda: Nudibranchia) из Японского моря: вклад научного волонтерства в морскую зоологию». Посвящена она, как следует из заголовка, открытию ещё одного (снова чертовски красивого) гада и вкладу гражданских учёных в это открытие. Что ещё следует из заголовка — вид назван в честь дайвера Андрея Шпатака.

«Благодаря Андрею мы уже второй год имеем счастье собирать голожаберных моллюсков в замечательном месте — бухте Рудная, на севере Приморья. Конкретно этого голожаберника он нам сам нашёл, собрал, зафиксировал, сфотографировал со всех сторон, рассказал, где и когда встречается и даже что он ест. В общем, снабдил нас всеми необходимыми для описания вещами, после чего написание статьи стало совсем рутинным делом, — анонсирует публикацию Ирина на личных страницах в соцсетях. — В целом citizen science в морской биологии сейчас активно развивается, однако у нас это скорее единичные случаи помощи учёным, но и то замечательно. И вообще, как говорится, главное — начать!» ^_^

7 лучших способов дышать

✍️ Арина Мазурова

«Я раньше и не думал, что у нас на двоих с тобой одно лишь дыхание...» — поёт старый «Наутилус». По-своему, он прав, ведь кислородное дыхание — процесс, объединяющий большинство организмов на планете. Не дышат кислородом только микроскопические экстремалы на дне океана и кишечные паразиты. Чаще всего дыхание — это разделение сахаров на отдельные звенья с помощью кислорода. В результате от сахара остаются углекислый газ и вода — и выделяется энергия, она-то живым организмам и нужна. Но получить кислород из окружающей среды можно по-разному. Мы насчитали как минимум семь непохожих приспособлений для дыхания.

Не кислородом единым

Кислород, без которого человеческий мозг умирает через 7–10 минут, не всегда был обязательным спутником жизни. Точный состав древней атмосферы до конца не известен, но, скорее всего, в ней преобладали углекислый газ, сероводород, метан. Кислорода было очень мало. Но жить-то хотелось!

Напомним, кислород нужен для того, чтобы разрушились органические молекулы и организм получил энергию, — длинная такая цепочка реакций. Без нужного газа получается дойти только до стадии образования, например, молочной кислоты или этилового спирта. Небгато, но некоторым существам хватило и этого. Достаньте из холодильника бутылку кефира — внутри неё живут дрожжи, которые вполне неплохо устроились: если кислорода нет, они довольствуются молочнокислым брожением.

Некоторые бактерии пошли другим путём. Они перебрались туда, где возможны энергоёмкие химические реакции, например переходы железа и серы в разные соединения с выделением энергии. Таких мест на планете немного: чёрные курильщики на дне океана, гейзеры, серные озёра. Зато конкуренция там низкая.

В ранней истории нашей планеты всё живое дышало либо с помощью серы и железа, либо как дрожжи. Но чуть меньше 2,5 миллиарда лет назад некоторые бактерии обнаружили новый, куда более доступный источник энергии — солнечный свет. Так появился фотосинтез, который в качестве побочного продукта порождает кислород.

Этот способ добычи энергии быстро стал популярен, и кислорода в атмосфере прибавилось. Кому-то это могло понравиться хотя бы потому, что в верхних слоях атмосферы кислород сформировал озоновый слой, защищающий Землю от космической радиации. Правда, в океанах избыток кислорода стал причиной самого масштабного вымирания в истории планеты — великой кислородной катастрофы. Да, в истории Земли этот процесс часто именуют именно так. Альтернативное название — кислородная революция. Согласитесь, тоже бодро звучит.

В ходе этих событий погибло 99% тогдашнего населения морей и океанов. Те же, кому повезло запастись средствами защиты и поставить кислород себе на службу, получили возможность расщеплять сахара до конца и дышать полной грудью. Вот тут-то всё и началось.

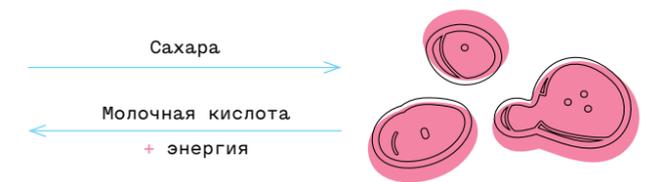
Плюсы

- Можно жить, даже если нет кислорода

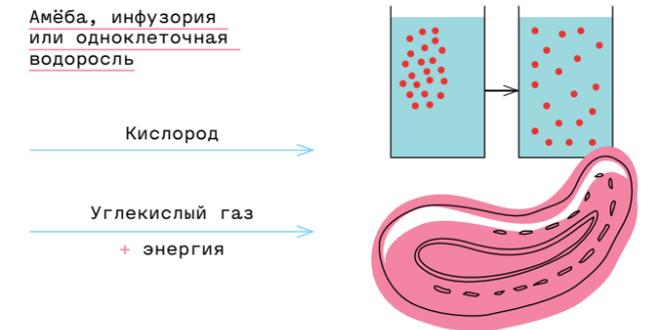
Минусы

- Получать энергию сложно и невыгодно

Одноклеточные грибы, например дрожжи, а также бактерии



Амёба, инфузория или одноклеточная водоросль



Диффузия: дышим всей поверхностью

Когда клетка одна, она спокойно впитывает кислород из того, что вокруг: воды или воздуха. Представьте, что вы амёба, инфузория или одноклеточная водоросль. Если вам так повезло, то молекулы кислорода вы получаете благодаря простой диффузии — свободному и случайному перемешиванию веществ.

Но если клеток в организме много, рассчитывать на диффузию уже нельзя: она эффективна только на очень маленьком расстоянии. Живые существа, не желающие конструировать аппарат для постоянного накачивания кислорода, оказываются заперты в маленьком теле. Стать царём зверей у вас не получится. Да и на сушу выйти будет сложновато. Диффузное дыхание чаще всего означает, что организму придётся либо жить в воде, либо сохранять влажность своих покровов: так кислороду легче попадать в ткани. Дело в том, что при этом способе дыхания организму достаются только те молекулы кислорода, которые достаточно долго задерживаются на поверхности его клеток и успевают просочиться внутрь. В воздухе молекулы движутся слишком быстро. В воде — медленнее, и у кислорода есть время попасть в организм.

Плюсы

- Можно дышать
- Всё очень просто

Минусы

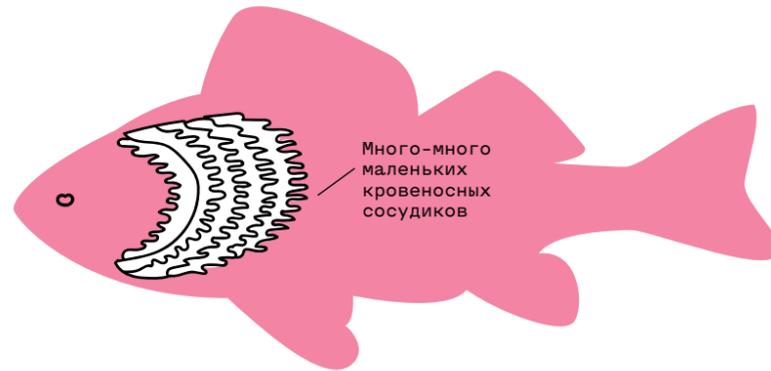
- Нельзя быть большим и сложным
- Сложно жить на суше

Рыбы, земноводные

Кислород (в атмосфере примерно 20% кислорода, в теплой морской воде примерно 0,1%)

Углекислый газ

+ энергия



Жабры: впитываем кислород через тонкие пластинки

Желание вырасти большими заставляет живые организмы выдумывать новые способы переносить кислород по телу. Так появляется кровеносная система, жидкость или клетки в которой могут доставлять кислород к далёким от поверхности клеткам и тканям.

Для того чтобы кислород оказался в крови (или жидкости, которая её заменяет), мы используем диффузию на прежних условиях: небольшое расстояние и влажные поверхности. Чтобы улавливать кислород эффективнее, омываемые кровью влажные поверхности должны быть обширными и многочисленными, а чтобы уносить кислород быстрее — иметь много кровеносных сосудов.

Инженерное решение этой проблемы — жабры, система из множества очень тонких пластинок и лепестков, пронизанных кровеносными капиллярами. Тонкость пластинок позволяет кислороду быстро проникать внутрь капилляров. Оттуда воздух разносится кровью дальше по телу. Жабры должны постоянно омываться свежей водой, чтобы оставаться расправленными и рабочими, быстро получать новый кислород и отдавать углекислый газ.

Есть много вариантов размещения жабр. Например:

- прямо на голове (так делают саламандры), чтобы жабры омывались водой просто при движении;
- вокруг щелей в глотке, чтобы прокачивать воду ртом и жаберными крышками (так делают рыбы и головоастики);
- спрятать их в мантийную полость, а воду прокачивать с помощью сифонов (так поступают двустворчатые моллюски).

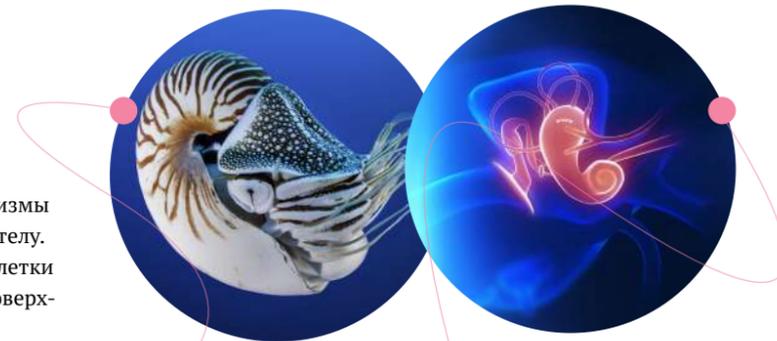
Вам какой из вариантов больше нравится?

Плюсы

- Можно расти большим

Минусы

- Всё ещё сложно жить на суше



Большинство костных рыб не сохранило лёгкие как орган дыхания, а приспособило их к другой важной задаче — контролю плавучести. Лёгкие полностью отсоединились от пищевода и замкнулись, став плавательным пузырьём. Если сбрасывать в него из крови газы разной плотности, можно регулировать глубину погружения. Тот же принцип используют моллюски наутилусы, когда закачивают газы в камеры своей раковины.

Жабренные щели и окружающие их костные дуги, от которых отходят жаберные пластиночки, после выхода животных на сушу стали исчезать и превращаться в другие полезные приспособления. Одна жаберная дуга осталась у людей до сих пор, хоть и скрылась под кожей, — это евстахиева труба, благодаря которой давление в среднем ухе выравнивается с атмосферным.

Лёгкие: дышим специальными мешками для воздуха

Когда животные начали осваивать жизнь на суше, жабры, разумеется, перестали справляться с задачей: на воздухе тонкие пластиночки быстро высыхают и слипаются. Теперь обширную капиллярную сеть нужно было поместить куда-то ещё. Избавившись от чешуи рыбного прошлого, лягушки вновь стали пользоваться диффузией через поверхность тела, но этого было мало.

Решение нашлось у древних рыб — брюшные выросты пищевода, стенки которых оплетены капиллярами. Это, собственно, и есть лёгкие. До сих пор сохранились рыбы, которые имеют и жабры, и лёгкие, причём основная часть кислорода поступает именно из лёгких. Эти рыбы называются двоякодышащими. Правда, наличие двух приспособлений для дыхания не обеспечивает настоящую адаптацию к обитанию в двух средах. Двоякодышащие рыбы живут в основном в воде, а лёгкие только помогают им выживать. Южноамериканский лепидосирен переживает летнее пересыхание рек, упаковывая себя в слизистую капсулу. Африканский протоптер зарывается во влажную грязь во время летней спячки. Австралийский рогозуб летом находит спасение в лужах, которые остаются от пересохших озёр. Кстати, именно от родственников двоякодышащих рыб произошли амфибии. У амфибий лёгкие слишком маленькие и примитивные, поэтому, чтобы набрать достаточно воздуха, они используют и лёгкие, и диффузное дыхание через кожу. У других живых существ лёгкие росли и со временем приобрели ячеистую структуру (это позволило увеличить суммарную площадь поверхности, которая соприкасается с воздухом). Крупные ячеистые лёгкие есть у рептилий. А самые большие, похожие на губки лёгкие получили млекопитающие. Вот вы, например. Параллельно развитию лёгких у крокодилов, птиц и млекопитающих появляется мощная мышца-насос — диафрагма, благодаря которой можно свободно дышать во время бега. А вот бедняга ящерица использует для этого боковую мускулатуру тела, поэтому бежать и дышать она может только по очереди.

Плюсы

- Можно быть большим
- Можно жить на суше
- Можно быстро бегать (при наличии дополнительных приспособлений вроде ног)

Минусы

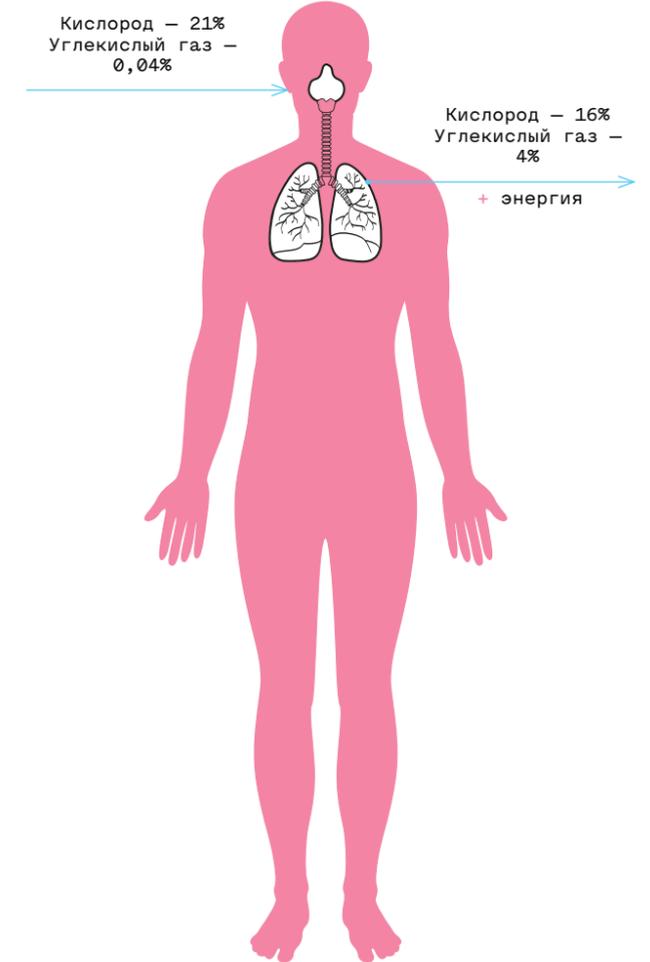
- Нельзя дышать под водой

Вентиляция: дышим через трубочку

Не только позвоночные животные выбрали в своё время на сушу и были вынуждены искать способ доставки кислорода в новой среде. Совершенно особым путём пошли насекомые. Никаких лёгких они не отрастили. Более того, у них есть жидкость, омывающая органы, подобно крови, но кислород она не переносит.

Вместо этого тело насекомых пронизано мельчайшими разветвлёнными трубочками — трахеями, широкий конец которых открывается на поверхности туловища, а узкие подходят к отдельным клеткам. Отчасти прокачиванию воздуха помогают движения тела, но в основном здесь работает диффузия, поэтому насекомые могли быть по-настоящему крупными только в глубокой древности, когда

Млекопитающие, земноводные, двоякодышащие рыбы и многие другие



кислорода в атмосфере Земли было больше, чем сейчас. Может, оно и к лучшему — только представьте себе комара с размахом крыльев в полтора метра! Болота и тропические леса были тогда столь обширны, что их совместный фотосинтез увеличил долю кислорода в атмосфере до 30–35% (сегодня — 21%). Диффузию это, конечно, облегчало, но был и минус: высокая концентрация кислорода токсична для клеток. Взрослому насекомому такое нипочём, но в стадии личинки оно впитывает кислород поверхностью тела и не может контролировать процесс. Чтобы уменьшить вред от поступающего кислорода, личинкам приходилось вырастать большими: отношение объёма тела к площади поверхности в этом случае повышается — риск умереть от отравления кислородом снижается. Во взрослом же состоянии диффузия прекрасно справлялась с доставкой кислорода по трахеям к клеткам огромной стрекозы. Размах крыльев самой крупной стрекозы

Meganeuropsis permiana достигал 71 см. К счастью для тех, кто боится насекомых, растения, увеличившие уровень кислорода в атмосфере, исправили ситуацию. В процессе фотосинтеза они активно расходовали углекислый газ из атмосферы, а затем, после смерти, оказывались заперты в болотах и не могли отдать поглощённый газ обратно. Поскольку углекислый газ участвует в парниковом эффекте, снижение его количества привело к падению температуры и изменению растительного облика Земли. Производить кислород в прежнем объёме стало некому. Постепенно его содержание в атмосфере приблизилось к привычному нам 21%, а насекомые обрели миниатюрные пропорции.



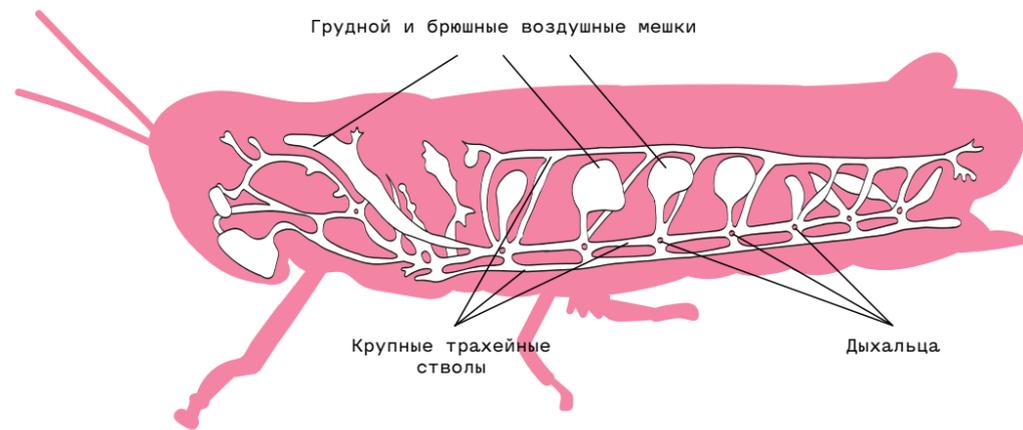
Плюсы

- Лёгкое дыхание без сложных приспособлений

Минусы

- Можно вырасти большим только в очень богатой кислородом атмосфере

Насекомые



Лёгкие + воздушные мешки. Безотходное дыхание для рождённых летать

Что касается эффективности перекачивания воздуха, то больше всех позвоночных в этом преуспели птицы. Их можно понять. В выдохе из лёгких кислорода всё ещё достаточно много, чтобы им можно было свободно дышать. Зачем же так неэкономно расходовать ценный ресурс? Вот птицы и не расходуют. Они присоединили к лёгким систему из воздушных мешков — полостей между органами и внутри крупных костей.

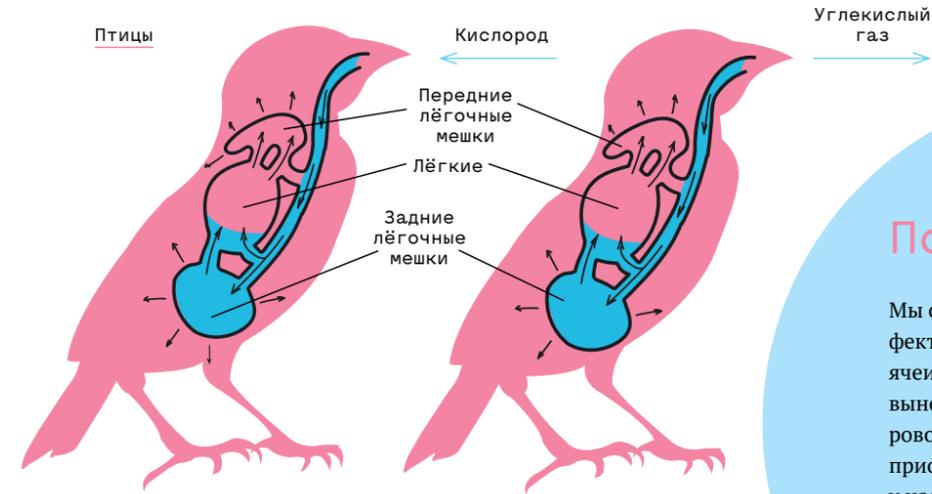
Небольшими трубками мешки связаны с лёгкими. После выдоха воздух поступает не наружу, а в мешки и затем прогоняется через лёгкие ещё раз — это называется двойным дыханием. Оно нужно для полёта. Как ракета берёт с собой больше топлива и окислителя, чем наземный транспорт, так и птицам нужно больше еды и кислорода, чем тем, кто ходит по земле.

Плюсы

- Забираем весь доступный кислород
- Не надо лишний раз вдыхать

Минусы

- Такая система дыхания непозволительна для существ с высокой пластичностью тела, например для нас



Постскриптум

Мы счастливые обладатели довольно эффективного органа дыхания. Комплект из ячеистых лёгких и диафрагмы делает нас выносливыми и стойкими. Но было бы здорово, если бы эволюция не отбирала ранее приобретённые приспособления. Были бы у нас в придачу к лёгким жабры для долгих заплывов и погружений — жизнь была бы чуточку разнообразнее... Впрочем, это уже совсем другая история. ^_^

Кишечник: дышим тем, что имеем

Если вы забыли, кит — это парнокопытное животное. Ну почти. Согласно современной классификации, бегемоты, верблюды, свиньи и жирафы считаются близкими родственниками китов, их даже объединяют в один отряд — китопарнокопытные. Некоторые позвоночные животные не смогли привыкнуть к жизни на суше, не справились с конкуренцией и вернулись в воду — для постоянной жизни в море или рядом с ним. Жабры они успели потерять, а лёгкие к обмену газом с водой не приспособлены. Такие животные — киты, тюлени, выдры — обучились надолго задерживать дыхание и (или) перекачивать кровь медленнее. Это требует физиологического терпения и мужества. Но есть и более изысканный способ.

Часть животных, вернувшихся к водному образу жизни, воспользовалась ещё одним органом, оплетённым кровеносными сосудами и спокойно воспринимающим жидкое содер-

жимое, — кишечником. Речь о морских змеях и черепахах — часть кислорода они получают из задней кишки, стенки которой обросли дополнительной капиллярной сетью. Не так давно японские медики приступили к разработке метода, который позволит млекопитающим (например, людям) дышать таким образом во время операций или при респираторных синдромах без использования аппарата ИВЛ. Попытки пока проводились на мышах и крысах, но уже внушают оптимизм.

Плюсы

- Выручает, когда нужно срочно вдохнуть под водой, а жабр давно нет

Минусы

- Не очень эффективно: слишком маленькая площадь поверхности

Черепахи, морские змеи



ДИНОЗАВР КАК ИСКУССТВО



Лучшие работы в жанре палеоарт из фондов Дарвиновского музея

Есть люди, которые пишут картины. Есть люди, которые занимаются наукой. Как правило, эти множества не пересекаются. Но есть область прямо на стыке искусства и науки. Это палеоарт. Название жанра появилось только в конце XX века. Считается, что его придумал художник Марк Халлетт, консультировавший Стивена Спилберга при работе над фильмом «Парк юрского периода».

Но сама история палеоарта, по сути, насчитывает много веков: вспомните многочисленные изображения драконов, гигантских змеев и прочих монструозных тварей. Художники изображали животных, которые, согласно мифам и легендам, когда-то обитали на Земле.

С начала XIX века рисование чудищ было поставлено на научную основу. Сначала были найдены кости мамонтов, потом — динозавров и прочих вымерших существ. Учёные пытались восстановить их строение. А публика хотела видеть не только скелеты, но реалистичные полнокровные образы. Возможно, именно благодаря картинам исчезнувшие динозавры стали для детей одними из самых популярных животных наравне с реальными медведями и зайцами. «Палеоарт — самый научный жанр в искусстве. Он существует столько, сколько люди изучают ископаемые находки и пытаются восстановить облик древнего мира. За несколько столетий палеоарт эволюционировал и стал частью современной визуальной культуры и повседневной жизни» — так сформулирована главная идея выставки, которая проходила в Дарвиновском музее. В этом номере мы представляем работы советских авторов.



Василий Ватагин (1883–1969)

Отец русского палеоарта. Образование получил естественно-научное, но ещё со студенческих лет стал профессионально рисовать. Сначала изображал существующих животных, потом переключился на вымерших. Фактически всю жизнь Ватагин соединял науку и искусство, недаром его работами восторгались и учёный-биолог Климент Тимирязев, и нарком просвещения Анатолий Луначарский. Если какой-нибудь старшеклассник мучается выбором: «Я рисовать люблю. Но и науку люблю. Как же мне быть?», ему стоит срочно выдать иллюстрированный томик с биографией Ватагина.



Самый раскрученный из динозавров-хищников, эталон жестокости и силы, главный отрицательный герой доисторического мира. А вы не ёжитесь под его взглядом?

Василий Ватагин.

Тираннозавр

1914. Ватман, акварель.

Государственный Дарвиновский музей



Долгое время считалось, что эти травоядные динозавры ходили на задних лапах, опираясь на мощный хвост. Эта гипотеза отражена на картине Ватагина. Более поздние исследования показали, что игуанодоны всё-таки перемещались на четырёх лапах.

Впрочем, главное достоинство картины не в точности реконструкции, а в выразительности образов. Кажется, что игуанодон на переднем плане размышляет о сущности бытия и теории эволюции. А его коллеги слишком легкомысленны для таких идей и обречены на вымирание.

Василий Ватагин.

Игуанодоны

1914. Бумага на картоне, акварель. Государственный Дарвиновский музей



Неандертальцы — один из видов человека, конкуренты наших предков из числа Homo sapiens. Они жили в Африке, Европе и Азии от 250 до 30 тыс. лет назад. Способ охоты на мамонтов, показанный на картине, традиционен для неандертальцев мустьерской эпохи: они сверху забрасывали животных камнями и копьями с каменными наконечниками. Картина Ватагина не столько про древние реалии, сколько про битву объединившихся людей с могучим противником, гораздо более сильным, чем каждый из них по отдельности. Эдакое восстание народных масс. Учитывая год создания работы, можно представить, как неандертальцы выкрикивают что-то вроде: «Вся власть пещерам!»

Василий Ватагин.

Неандертальцы и мамонт

1920. Холст, масло.

Государственный Дарвиновский музей

Меловой период — время расцвета гигантских ящеров. Над морем планирует огромный птеранодон. В левой части картины изображён мозазавр, схвативший гесперорниса. Справа от него плывёт под водой морская черепаха архелон.

Вообще, сцена не из приятных. Вот купается вы в курортном местечке, а тут прилетает хищная рептилия с размахом крыльев до шести метров. И конкурирует за добычу с другой рептилией, тоже немаленькой — некоторые мозазавры были больше пятнадцати метров в длину. Жутковато! Но Ватагин изобразил этих существ с такой нежностью, что меловые монстры кажутся почти мотыльками.

Василий Ватагин.
Меловое море

*Из серии картин «Происхождение и развитие жизни на Земле». 1939. Холст, масло.
Государственный Дарвиновский музей*





Константин Флёров (1904–1980)

Ещё один классик советского палеоарта. Если Василий Ватагин был профессиональным художником, интересовавшимся наукой, то Флёров наоборот — учёным, который много рисовал. Он был крупным палеонтологом, доктором наук, профессором. С 1946 по 1972 год заведовал Палеонтологическим музеем им. Ю.А. Орлова, параллельно сотрудничая с Дарвиновским музеем.

Пейзаж триасового периода (252–201 млн лет назад). В это время появились примитивные динозавры. На первом плане справа — фито-завр с этозавром в пасти. Кажется, он горделиво размышляет: «Мы, крокодилы, будем жить вечно, а эти сомнительные динозавры исчезнут с лица Земли!» Слева от него на берегу сидит древняя черепаха проганохелис. На втором плане слева — мастодонзавр. На дальнем плане справа налево движутся друг за другом четыре платезавра. Флора представлена древовидными хвощами и араукариями.

Константин Флёров.

Жизнь наземного Триаса

Из серии картин «Происхождение и развитие жизни на Земле». 1938. Холст, масло.

Государственный Дарвиновский музей

Чего мы боимся?



Говорят, чтобы победить страх, нужно пойти ему навстречу. Мы так и сделали — исследовали, как он возникает, что с нами делает и как работать со своими страхами.

✍ Фёдор Брутков
✍ Илья Митрошин

Чтобы составить многомерный портрет страха, мы решили посмотреть на него глазами разных специалистов: поговорили с физиологом, психотерапевтом, медиком, психологом. Начнём рассказ с базового уровня — работы «машины страха» в мозге — и будем двигаться ко всё более гуманитарным темам: к эмоциям, связанным со страхом, влиянию страха на личность и общество и, наконец, к тому, как работать со своим страхом.

Психофизиология: машина страха.

Ты сидишь на втором этаже старого загородного дома. Серые тучи кидаются на луну, как волки. Сквозь щели воет ветер, электричества нет. Прислушайся к стону сухих половиц. Будто кто-то крадёт по лестнице... Тени деревьев подползают всё ближе, ветки стучат по крыше. Может, и в самом деле кто-то крадётся? Да, так и есть. Медленно. Кто это? Память листает картинки, и тараканы из головы разбегаются острыми мурашками по коже.

Шорох на лестнице, быстрое, едва заметное движение тени. Прежде чем попасть в кору больших полушарий, информация, передаваемая по нервным путям от органов слуха и зрения, отправляется в таламус. Этот орган венчает

древний ствол мозга, находясь на самой его вершине. Таламус — реле, перенаправляющее сигналы от органов чувств в центры обработки информации. Он сам определяет, что шорох и движение в темноте требуют быстрой реакции, и сразу передаёт сигнал не только медленно соображающей коре, но и скорой на принятие решений миндалине — главному органу страха и агрессии. Миндалины две, по одной в каждом полушарии. Миндалины — часть лимбической системы мозга, управляющей эмоциями. Эта система, расположенная между стволом мозга (условно говоря, рептильным мозгом) и корой больших полушарий, есть у всех млекопитающих — поэтому наши эмоции похожи на их эмоции. Миндалины включаются, когда надо спасать свою жизнь, действовать в режиме «бей или беги».

Таламус сигнализирует миндалине: «Что-то подозрительное!» Миндалины пугаются и велят гипоталамусу перевести организм в режим «бей или беги». Гипоталамус синтезирует гормоны, активирующие надпочечники, те отвечают выделением в кровотоки адреналина и норадреналина. Тело стало внимательным, оно ускоряется. Сердце бьётся как барабан. Включилась симпатическая нервная система — ты ещё ничего не успел понять, но вздрогнул, почти подскочил, кровь прилила к мышцам, а волосы на коже встали дыбом.

Снова скрип. Шаги! Испуг миндалины заставляет височные отделы мозга уже ясно интерпретировать этот звук. Краем глаза ты замечаешь движение тени на стене — тени человека? Сигналы страха от миндалины активируют в затылочной коре страшные зрительные шаблоны.

Они пришли за мной! В ассоциативной коре происходит интерпретация данных слуховой и зрительной коры. Страшная догадка поступает в гиппокамп, орган мозга, связанный с кратковременной памятью — содержанием сознания, которое мы прокручиваем в голове. Страх опредметился — появился конкретный образ, которого ты боишься.

Но что это? В гиппокамп поступили новые данные. Раздалось знакомое покашливание — это сосед зашёл в гости... Отбой, ложная тревога, вздох облегчения. Ненадолго.

Выбор между вариантами бежать или затаиться — врождённая особенность организма. Внутри одного вида всегда есть и те, кто в случае опасности склонен бежать, и те, кто предпочитает затаиться

Нейропсихология: потерявшие страх

Ложные тревоги — явление достаточно частое. Сколько можно пугаться?! Что, если избавиться от органа страха?

Операцию по удалению миндалин начали практиковать ещё в 1960-х и проводят до сих пор. Но только в определённых случаях: таким способом пациентов избавляют от неконтролируемой агрессии и тяжёлых форм эпилепсии.

— В своё время обнаружили несколько людей с очень слабо развитой миндалиной, и эти люди были напрочь лишены страха, — рассказывает профессор Института физиологии им. И.П. Павлова, доктор биологических наук Дмитрий Жуков.

Одной из них была пациентка SM-046, страдающая болезнью Урбаха — Вите, крайне редким генетическим заболеванием, разрушающим миндалину. Она была равнодушна к угрозам убийства, змеям, фильмам ужасов. Её нельзя было напугать. Почти.

— Наш дыхательный центр в продолговатом мозге активируется, когда увеличивается концентрация углекислого газа во вдыхаемом воздухе. При этом заметно возрастает уровень тревоги, — поясняет Жуков.

Вдохнув такой воздух, пациентка SM-046 закричала и вцепилась в руку эксперимен-

татора. Её страх был гораздо сильнее, чем у обычных людей. Мы привыкаем к углекислому газу и через какое-то время перестаём паниковать. Реакция SM-046 и двух других пациентов с разрушенной миндалиной осталась неизменной: ужас.

Похоже, за ужас в случае с углекислым газом отвечают наиболее древние структуры мозга — так называемый рептильный мозг, управляющий реакциями пресмыкающихся: уровень CO₂ в крови прямо влияет на структуры ствола мозга.

Психология индивидуальных различий: бежать или затаиться?

Почуввав запах хищной рыбы, мелкие водные обитатели пугаются. Одни мигрируют в верхние или нижние воды, другие прячутся, некоторые собираются в стайки, а кто-то отращивает хвостовые иглы. Знакомо, правда? Реакции на опасность мало изменились с той поры, когда мы сами были мелкими водными обитателями.

— Выбор между вариантами бежать или затаиться — врождённая особенность организма. Внутри одного вида всегда есть и те, кто в случае опасности склонен бежать, и те, кто предпочитает затаиться, — продолжает Дмитрий Жуков. — И это очень разумно: нет смысла прятаться от лесного пожара, а если половодье, то, наоборот, нужно экономить силы — сесть и ждать, пока вода спадёт.

Поэтому выживают либо склонные к бегству, либо к затаиванию — в зависимости от того, какие неблагоприятные изменения происходят во внешней среде. На бытовом уровне реакцию замиранья считают пассивной. Но сегодня учёным постепенно открывается, что реакция затаивания — активный процесс и более энергозатратная вещь, чем беготня. Каменное лицо требует гораздо большего напряжения мышц, чем любая активная мимика.

На реакцию страха влияет также темперамент.

— Меланхолик, скорее всего, затаится. Холерик кинется в бой. Сангвиник попробует договориться. А флегматик даже не почувствует, что произошли какие-то неприятности, —



говорит профессор Александр Огнев, доктор психологических наук и научный руководитель Гуманитарного института Российского нового университета. — Но это усреднённые реакции. Важно, как конкретный человек оценивает свои ресурсы и масштабы опасности.

Ещё одно врождённое разделение: кто-то больше боится изоляции и замкнутых пространств, кто-то — открытости и простора. Даже среди лабораторных крыс есть особи, которым уютно в маленькой коробочке и страшно на открытом пространстве. А есть те, у которых всё наоборот.

— Проводили селекцию крыс по этому признаку, и через два-четыре поколения получали группы, достоверно различающиеся по предпочтению открытых или замкнутых пространств. А значит, это признак с высокой наследуемостью, — рассказывает физиолог Дмитрий Жуков. — Ещё одно близкое понятие — неофобия, боязнь нового. Она тоже есть не только у человека, но и у животных. Например, неофобия проявляется, когда животным предлагают еду с незнакомым вкусом или запахом. Одни охотно пробуют на зуб и то и другое, а кто-то понюхает и отойдёт. И среди людей есть те, кто с рождения склонен бояться перемен, а есть такие, которым постоянно нужны новые впечатления.



Конечно, у людей на такие предпочтения влияет также культура, история, география. Есть общества, в которых очень силен страх изоляции. А есть примеры стран, которые из-за боязни нарушения извне их замкнутого существования на столетия уходили в изоляцию.

Психология эмоций: страшно смешно

— Интересно, как космонавты ходят в туалет в условиях невесомости? — спрашивает один репортёр другого, и оба полчаса покатываются со смеху — возвращаясь из Беслана, где только что погибли 314 заложников. Ещё несколько дней после теракта журналистам будут сниться смешные сны. Похожее веселье встречается и на похоронах. Почему?

Страх почти всегда сопровождается какими-то элементами депрессии, объясняет член Европейской ассоциации психотерапии Александр Сосланд. Мы не можем избавиться от тоски, не видим выхода. И смех — один из способов разрядки, попытка справиться с чувствами.

По этой же причине мы любим смотреть хорроры. Их популярность, по наблюдениям Стивена Кинга, часто совпадает с периодами серьёзного экономического и политического напряжения. Этому тоже есть научное объяснение. Но сначала старая загадка: «Чем грузовик с шарами для боулинга отличается от грузовика с мёртвыми младенцами?» Барабанная дробь! Ну конечно: шары для боулинга нельзя разгружать вилами. Не нужно стыдиться своего смеха (или хмуриться). Смеясь или переживая ужас понарошку, мы справляемся с реальными страхами.

Одна из групп гормонов, связанных с реакцией «бей или беги», — эндорфины. Они вызывают эйфорию и безмятежность, ослабляют тревогу.

— Пережив чувство страха, когда всё закончилось благополучно, человек расслабляется и испытывает облегчение, — объясняет Дмитрий Жуков. — В том числе и поэтому людям нравится слушать страшные истории и смотреть фильмы ужасов.

А ещё хорроры — это своего рода тренажёр. Справляться с тревогой и страхом легче, регулярно попадая в ситуацию контролируемого стресса. Об этом пишет нейрофизиолог Джон Арден в книге «Укрощение миндалины и другие инструменты тренировки мозга». Чувствительность миндалины к стимулу, вызывающему страх, притупляется каждый раз, когда столкновение с объектом страха оборачивается ложной тревогой. И если мы принимаем конструктивные меры, активность миндалины тормозится корой — уровень тревоги падает.

С ужастиками ясно. Но как говорит тот же Кинг, мы чувствуем себя относительно спокойно, пока видим застёжку на спине чудовища. А что насчёт кошмарных новостей? Они уж точно приходят без костюмов. Почему мы к ним тянемся?

— Переживание военных новостей — это одновременно страх и сострадание — чувства, о которых писал ещё Аристотель в своём определении трагедии. Через это двойное переживание происходит очищение — то, что и в эстетике, и в психологии обозначается термином «катарсис», — говорит психотерапевт Александр Сосланд. — Мы рекомендуем клиентам побольше обсуждать эти новости друг с другом. В разумных пределах! Если прочитать и ни с кем не поделиться, эмоции не выйдут наружу, не случится отыгрывания, а это важно. Хотя в соцсетях написать о своих

чувствах, а если в комментарии пришли оппоненты, обругать их! Тоже, конечно, в разумных пределах.

Социальная психология: испуганное общество

— Страх — это великий культурный регулятор! Он организует наше жизненное пространство, — говорит психотерапевт Александр Сосланд.

Но не становится ли в этом жизненном пространстве слишком страшно?

— Мы попросили людей просто представить себе телепередачи про взрывы, погибших и прочее, — рассказывает психолог Александр Огнев. — И кардиометры показали, что сердечно-сосудистая система — даже не психика, а физиология — работала у них так, будто это уже происходит. А ведь такая информационная накачка сейчас происходит постоянно.

По данным опросов, большинство россиян в последние годы боялись болезни родных, мировой войны и произвола властей. Как эти страхи меняются со временем?

— Многие считают, что страх растёт, но это может быть связано с большей выявляемостью, — объясняет Александр



— Общий уровень тревоги, которую испытывает человек, — это врождённая черта личности, тревожность, — говорит Дмитрий Жуков. — Есть люди и животные высоко- или низкотревожные. Первые беспокоятся по любому поводу, но и низкотревожные люди могут испытывать ситуативный страх.

— Тревога за будущее не приводит к фобиям, патологическому страху. Разумные опасения — это не тот страх, о котором идёт речь в сказке братьев Grimm, когда девушка спускается в погреб, видит на стене кирку и начинает плакать, потому что вот родит она сына, отправит его в погреб за пивом, а эта кирка упадёт ему на голову и убьёт. Это комический прообраз патологического страха. Но разумные опасения очень редко переходят в форму навязчивых страхов: механизмы формирования разные. Патологический страх отрывает от всей остальной жизни, от других интересов. В отдельных случаях тревога может доходить до того, что человек отключается от обычной житейской повестки, порой совсем опускается. Опасение, которое заняло всё жизненное пространство, — повод обратиться к специалисту, — говорит психотерапевт Александр Сосланд.

— Культивируйте трезвую оценку ситуации, — советует психолог Александр Огнев. — Оптимальный вариант — если страх помогает мобилизоваться настолько, чтобы решить проблему.

Но что делать, если проблему решить невозможно?

Сосланд. — Растёт количество исследований, в них включается всё больше людей, и получается, что страха якобы стало больше. Я отношусь к этому с сомнением. Хотя, конечно, то, что у нас случилось, когда мы без паузы перешли из огня да в полымя, от коронавируса к спецоперации, усугубило риск эмоциональных нарушений. Думаю, стоит исследовать по отдельности разные виды страхов — например, тревогу за будущее.

— Человека отличают от животных в том числе специфически человеческие, экзистенциальные страхи. Животные не думают о будущем, а мы тревожимся о нём, беспокоимся по поводу своих планов, — объясняет физиолог Дмитрий Жуков.

Правильней, наверное, было бы назвать экзистенциальные страхи тревогами. Различие между этими понятиями не очень чёткое: страх — это скорее острое эмоциональное состояние, связанное с конкретной пугающей вещью, а тревога — постоянный гнетущий эмоциональный фон, вызванный ощущением неопределённости, нечёткой угрозы.

Чего боятся читатели «Кота Шрёдингера»

Мы спросили читателей паблика «КШ» «ВКонтакте» про их самые сильные экзистенциальные тревоги. В опросе приняли участие более 700 человек. Из 10 причин для страха им нужно было выбрать те, что вызывают самые сильные эмоции, — или написать о своих собственных опасениях. Из этих комментариев мы выяснили, что многие испытывают сильную тревогу за своих домашних животных. Главными страхами у мужчин оказались «потеря здоровья, старость» (его назвал 41% опрошенных) и «быть неудачником, не сделать ничего в жизни» (40%). У женщин результаты несколько иные: «страх за близких» сильно опережает остальные страхи (49%), на втором месте — всё та же «потеря здоровья, старость» (41%). Меньше всего опрошенные обоих полов боятся неприятностей на работе и своего начальства.

Итоговый топ-10 страхов участников опроса:

1. Страх за близких — **45%**
2. Потеря здоровья, старость — **38%**
3. Насилие, злые люди — **34%**
4. Быть неудачником, не сделать ничего в жизни — **31%**
5. Потеря свободы — **30%**
6. Нищета — **29%**
7. Ядерная война — **25%**
8. Смерть — **19%**
9. Одиночество — **17%**
10. Неприятности на работе или в учёбе, начальство — **12%**

— В военной ситуации страх часто перекрывается энтузиазмом. Растёт патриотическое возбуждение, ощущение национальной идентичности. Это попытка совладания — такая же, как смех, — считает психотерапевт Александр Сосланд.

Другие скрывают свой страх — из страха: — Самые успешные мужчины, лидеры организаций, которые смотрятся этакими суперменами, перед кем трепещут подчинённые, обнаруживают у нас на приёме множественные симптомы психологической неустойчивости, — говорит Александр Сосланд. — Они боятся, что кто-то заметит их внутреннюю неуверенность в себе.

Клиническая психология: больные страхом

Страх нужен для выживания, как и реакция «бей или беги». Умеренное чувство тревоги даже помогает эффективней работать, делает организм активной и бодрей. Но всё хорошо в меру.

— В лабораторных условиях мы моделируем выученную беспомощность в результате неконтролируемого стрессорного воздействия, когда животное не может понять, что происходит в окружающей среде. Это не обязательно связано с болью. Просто вода в поилке появляется через неравномерные промежутки времени, которые никак не зависят от того, что животное пытается сделать. У особи развивается выученная беспомощность, — рассказывает физиолог Дмитрий Жуков. — У животного возникают депрессивные симптомы и угнетаются умственные способности, оно теряет способность решать задачи.

Но это в лаборатории. В животном сбалансированном мире длительный хронический стресс, как правило, не встречается. А вот в человеческом обществе конфликты тянутся и могут приводить к хроническому стрессу. И технический прогресс увеличивает стресс: человек перегружается информацией, неопределённость и сложность мира усиливают тревогу.

— Когда нас охватывает сильный страх, резко снижается прогностическая функция мышления. Мы с большим трудом строим

Человека отличают от животных в том числе специфически человеческие, экзистенциальные страхи. Животные не думают о будущем, а мы тревожимся о нём, беспокоимся по поводу своих планов

долгосрочные прогнозы. И начинаем тратить ресурсы, которые тратить бессмысленно, — говорит психолог Александр Огнев. — Мы сужаем фокус, обращаем внимание только на события, связанные со страхом.

— Длительный стресс дестабилизирует процессы в мозге — нарушается баланс дофамина и серотонина, меняется порог возбудимости нервной системы. Может наступить общее торможение, когда индивид уже истощён и ничего не получается, — объясняет доктор медицинских наук Павел Умрюхин, заведующий лабораторией молекулярно-генетических механизмов адаптации и стресса Первого московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова. — При постоянных больших дозировках гормон стресса, кортизол, начинает снижать иммунитет, организм становится более восприимчивым к инфекционным процессам и хуже восстанавливается.

От повышенной дозы кортизола миндалина становится сверхчувствительной. В итоге человек тревожится постоянно. Страх становится базовым эмоциональным фоном жизни.

— Длительная озабоченность, постоянный страх могут привести к эмоциональной патологии, возрастает риск симптомов депрессии. Но не резко и не катастрофически, — говорит психотерапевт Александр Сосланд. — В тоталитарных обществах люди более склонны к депрессии — подобно тому,

что мы видим в экспериментах с животными в ситуации выученной беспомощности. Демократия сама по себе создаёт возможности для реагирования, превращения эмоций в действия, в тоталитарном обществе таких возможностей нет.

Психотерапия: устаревшие программы

— Есть разные традиции психотерапии. Одни считают, что от страха нужно избавиться любой ценой. Но страх, как и любой другой симптом, — это место, где хранится какая-то правда о человеке, — говорит Александр Сосланд. — Поэтому более продвинутой стратегией — разобраться, что стоит за страхом. Его нужно анализировать, а не отбрасывать.

Мы получили страх для того, чтобы выжить. Своего рода навигатор. Но сегодня этот навигатор барахлит. Всё чаще правильнее оказывается действовать от противного — двигаться навстречу своему страху. Хотя и с этим надо быть осторожнее.

— Проблему, породившую страх, лучше трансформировать в задачу, которую нужно решать, — говорит психолог Александр Огнев. — Понять, какие и откуда ресурсы возьмём, проанализировать возможные риски и их профилактику. Наметьте план действий и приступите к работе. Тогда личность становится сильнее, а уровень тревоги снижается.

В каком-то смысле каждый из нас похож на обезьяну в костюме-тройке. Развитие цивилизации сильно опередило мозг. Мы живём в городах, а многие наши страхи по-прежнему носятся в джунглях.

— Когда приходит тревожное сообщение — например, что запретили менять доллары, — у кого-то может повыситься давление, хотя ему и не надо никуда бежать. Или он может стиснуть зубы, хотя кусать никого не надо, — говорит медик Павел Умрюхин. — Это всё старые программы, рудименты. И софт, и хард у нас отстают. Но софт мы ещё можем поменять, а вот с хардом, который достался от предков, сложнее. Наука только учится влиять на него. ^_^



Как я страх борол и поборол

✎ Никита Лавренов ^

Как, наверное, вы поняли из материала, страх — чувство хоть и неприятное, но абсолютно нормальное. Боятся и мыши, и собаки, и даже дафнии — вся наша эволюционная родня, снабжённая какой-никакой нервной системой. И на мои плечи недавно обрушился опыт, вызвавший глубокий животный страх. Но колонку я пишу не чтобы этим опытом поделиться, а чтобы рассказать, как я боролся с дальнейшим страхом.

Страх заключался в том, что в своём доме после одного события я перестал ощущать себя в безопасности. Но в ночь непосредственно после события, что страх вызвало (и после нескольких порций крепкого алкоголя), на адреналиновом эффекте таки принял твёрдое решение спать в своей кровати — не позволить животному страху взять над собой верх.

С зашкаливающим адреналином отправиться домой было не так страшно, как на следующий день, когда концентрация гормона «бей или беги» была, по-видимому, ниже. По мере удаления от работы и приближения к дому страх нарастал, и в пути я даже записался на консультацию к корпоративному психологу. Разумеется, на консультацию я попал лишь спустя несколько дней. А в тот момент вернуться домой мне помогли рутинные моменты из нормальной жизни: зашёл в магазин и взял на ужин то, что обычно там беру, обменялся парой фраз с консьержкой — и подотпустило.

Как пришёл, снова взялся за рутинные процедуры (успокаивает даже банальное мытьё рук), облачился в любимое домашнее и просто лёг на кровать, чуть расставив руки и ноги. Стал медленно и глубоко дышать. Словно заземлился. Стало значительно спокойнее.

Как затем поведала психолог, все мои попытки бороться со страхом были абсолютно правильными с точки зрения психологии. Во-первых, страх был вовремя рационализирован, реальная степень опасности, насколько это возможно, адекватно оценена — и принято решение не бежать. Во-вторых, привычные бытовые процедуры действительно помогают бороться со страхами и понижать тревогу (посему уборка — дар нам свыше). Почувствовать под собой физическую опору — тоже давно известный способ успокоения. Поэтому лечь на кровать или пасть наземь, обнять любимого человека (при наличии) или огромное дерево (при наличии), распластаться на полу — всё это помогает. В-третьих, дыхательные практики. Дышать квадратом (погуглите, если впервые слышите и вам актуально), дышать медленно с акцентом на выдох — тоже помогает.

В-четвёртых, проговаривайте свой страх. Устно ли (с друзьями и близкими, с психологами, с теми, кому, по вашему мнению,

под силу что-либо сделать с источником страха), письменно (можно, например, написать письмо конкретному адресату, но не отправлять его; или даже отправить), можно даже помолиться. Эти практики психотерапевтичны.

Ещё, со слов психолога, с тревогой, стрессом и страхами помогают бороться ванны с магниевой солью (магний — известный миорелаксант, однако психотерапевтический эффект его солей в научной литературе вызывает споры), лёгкие тренировки с акцентом на растяжку (опять же для расслабления мышц — силовые и интенсивные кардиотренировки будут приводить к дополнительной выработке гормона стресса кортизола, а этого лучше избегать), массажи и прочие телесные практики. Подобные рекомендации базируются на принципе, что не только мозг посылает сигналы телу, но и наоборот.

Последний блок методов борьбы с тревогой и страхами больше подходит для людей с воображением византийского размаха. И для тех, кто переживания свои загнал в тело: зажимы всякие появились, дискомфорт при приёме пищи (кстати, поесть при стрессе тоже помогает). Можно представить тревогу комом в желудке и вообразить, как он движется вверх по пищеводу, отпрыгивается и как при этом выглядит, вышедший и мерзкий... Можно визуализировать страх в виде вращающегося колеса или ветряка и силой мысли пытаться остановить и изменить направление его вращения. Я к таким методам не прибегал, про их эффективность ничего сказать не могу.

Ещё, как удачно выразилась моя подруга, «надо дать времени время». Острая стадия длится около трёх дней с момента экстраординарного события, с 5-го по 11-й день возможны резкие провалы в страх, в негативное переживание, с 11-го по 20-й день — эмоциональные качели, после наступает стадия

принятия (всё это, конечно, усреднённые величины, кому-то может понадобиться больше времени — не торопите его). Если грамотно и аккуратно работать с переживаниями, принятие новой реальности, в которой травмирующий опыт уже случился, станет более гармоничным и комфортным. В противном случае может наступить апатия. При худшем раскладе — посттравматическое стрессовое расстройство.

Если не уверены, что вы в порядке, лучше перестраховаться и обратиться к специалисту. Квалифицированную помощь можно получить абсолютно бесплатно, и пока интернет-поисковики работают, найти её не проблема.

Когда писать колонку про личный страх, как не ночью? После той моей адреналиновой ночи прошло ровно два с половиной месяца. Сажу в кровати с ощущением абсолютной безопасности, чувством дома и спокойно постукиваю по клавишам, обложившись подушками. ^_^



Не Тутанхамон

Топ-5 фараонов по мнению египтолога

✍️ Ольга Фадеева

Иные рождаются великими, другие достигают величия, а третьи нанимают специалистов по связям с общественностью. Эти слова приписывают американскому историку Дэниелу Бурстину, жившему в XX веке. Фараон Хеопс, создатель одноимённой пирамиды, правил Египтом в XXVI веке. До нашей эры. Но это мало что меняет — профессия пиар-менеджера, похоже, была третьей древнейшей и появилась уже тогда. Не этим ли объясняется немеркнущая слава Хеопса? И Рамсеса II, и Тутмоса III, и Аменхотепа III, и Хатшепсут? И да, Тутанхамона. По просьбе «КШ» египтолог Максим Лебедев назвал нескольких египетских царей, которые заслуживают не меньшего внимания, хотя сегодня их имена вряд ли на слуху.



Погребальная маска Тутанхамона. Каирский египетский музей

Если не учитывать доисторические и додинастические времена (период правления 30 царских династий), египетская история делится на три больших этапа: Старое, оно же Древнее, царство (2649–2040 годы до н. э.), Среднее (2040–1783 годы до н. э.) и Новое (1150–1069 годы до н. э.). Но внутри этой периодизации есть своё дробление. Так, Старому царству предшествует Раннее — самый древний династический период в истории Египта, продолжавшийся с 3120 по 2649 год до н. э. Между Старым, Средним и Новым царствами выделяют Первый, Второй и Третий переходный периоды. А ещё есть Позднее царство — время борьбы Египта за независимость (664–332 годы до н. э.). Борьба закончилась поражением: страна была завоёвана сначала Персидской империей, а потом Александром Македонским. После этого наступил так называемый Греко-римский период — время македонского и затем римского владычества.

Таймлайн с периодизацией истории Древнего Египта, гг. до н. э.

3120–2649 — Раннее царство — 2649–2040 — Древнее царство — 2040–1783 — Среднее царство — 1150–1069 — Новое царство — 664–332 — Позднее царство



Изображение Нармера, побивающего врага. Каирский египетский музей

какие деяния он совершил, скорее всего, не по собственной воле: на момент прихода к власти ему было всего 10 лет. Так что доброго нашего знакомого Тутанхамона едва ли можно назвать великим. А кого же тогда? Загибайте пальцы.

Вначале был Нармер

Как звали: Нармер (в пер. с егип., вероятно, «свирепый сом»).
Когда правил: Раннее царство, конец XXXII века до н. э.
Чем отличился: основатель I династии. Объединил Верхний и Нижний Египет.

«Больше всего меня восхищают правители, находившиеся у руля в переломные моменты: им приходилось очень много создавать собственными силами, — говорит Максим Лебедев. — Нармер стоял у истоков древнеегипетского централизованного государства: он объединил и создал целую страну, наладил администрирование на огромной, слабо заселённой территории. Это была крайне сложная задача — настоящий челлендж, с которым он, судя по всему, успешно справился».

Надо сказать, что на протяжении всей истории Древнего Египта основным богатством страны, как ни странно, были не полезные ископаемые и даже не плодородные земли Нила, а люди. Потому что их не хватало. В эпоху объединения Верхнего и Нижнего Египта речь, вероятно, шла о сотнях тысяч человек, в период строительства пирамид — о полу-миллионе-миллионе, а в эпоху Нового царства — о двух-трёх миллионах (два округа Москвы!). Это были все подданные царя, и жили они на весьма обширной территории — больше тысячи километров с севера на юг. «Важно помнить, что без средств связи и тех способов контроля, которые есть сегодня, реализовать подобный проект было очень круто. Поэтому первый великий царь — Нармер», — резюмирует Максим.

Вот, например, Тутанхамон, известный почтенной публике прежде всего благодаря открытию в 1922 году его гробницы, которая была разграблена лишь частично (редкая удача!). Среди поклонников группы «Наутилус Помпилиус» он также прославился тем, что «был очень умён», а среди египтологов — как царь, который провёл так называемую реставрацию.

А дело было так. Предполагаемый отец Тутанхамона, Эхнатон, всю свою 17-летнюю карьеру фараона боролся с «бесами». В смысле, с культурами старых египетских божеств, одновременно продвигая своего любимого бога Атона — олицетворение солнечного диска (из-за чего некоторые даже считают Эхнатона прародителем монотеистической религии). Тутанхамон же, как подобает сыну царя-реформатора, презрел «антихриста», восстановил в правах старых богов, перенёс столицу Египта обратно в Мемфис и... скоростно скончался в 19 лет. Но даже эти, не бог весть



Стройка века. Бронзового

Как звали: Нечерихет (в пер. с егип. — «божественный плотью»).

Когда правил: примерно с 2665 по 2645 год до н. э.

Чем отличился: основатель III династии. Построил первую пирамиду.

Второй в нашем топе — Джосер, или, как его называли современники, Нечерихет, фараон III династии и основатель Древнего царства, при котором завершилось объединение Верхнего и Нижнего Египта. А ещё именно Джосер построил первую пирамиду (в Саккаре) при помощи своего архитектора Имхотепа. Она была ещё ступенчатой, но стала древнейшим из крупных каменных строений в истории человечества. «На территории Турции сейчас находят очень интересные неолитические каменные постройки, но они не идут ни в какое сравнение с огромным погребальным комплексом, который создали фараон Джосер и архитектор Имхотеп, — рассказывает Максим Лебедев. — Древние египтяне почитали их обоих и даже обожествляли Имхотепа. Это и понятно, молодому египетскому государству пришлось решать беспрецедентно сложные задачи. Блоки для пирамиды нужно было добыть, перетащить, а рабочих обеспечить всем необходимым как с инженерной, так и с житейской точки зрения: кормить, обувать, одевать,

↑ Пирамида Джосера в Саккаре

↓ Фрагмент статуи Джосера. Каирский египетский музей



обеспечивать паёк, который заменял зарплату, и т. д. Денег тогда не существовало, то есть обмен был натуральным: рабочая сила взамен на ткани, зерно, сушёную рыбу. Для реализации проекта требовалось и большое количество меди — одного из важнейших ресурсов, который по значению можно сравнить разве что с нефтью сегодня. Медь везли из Восточной пустыни и с территории Синая. Нужна она была прежде всего для изготовления инструмента, а ещё — погребального инвентаря. На обработку камня уходило огромное количество металла, потому что в силу своей мягкости он банально стёсывался.

Гладкость — сестра таланта

Как звали: Снофру (в пер. с егип. — «сделавший меня прекрасным (молодым)»), тронное имя — Небмаат («владыка Маат»).

Когда правил: Древнее царство, примерно с 2613 по 2589 год до н. э.

Чем отличился: основатель IV династии. Самый стойкий фараон, подготовивший строительство Великих пирамид.

Снофру был отцом Хуфу (Хеопса), того самого царя, который построил Великую пирамиду в Гизе — самую высокую из всех: 146,6 метра. «О Хуфу знают все, о Снофру слышали немногие, — говорит Максим Лебедев. — Хотя на самом деле, не будь Снофру, не было бы и Великой пирамиды. Хуфу в целом лишь воспользовался достижениями своего отца, как впоследствии это сделает Рамсес II. При этом Рамсес хорошо известен, а его отец Сети I — нет». Снофру сначала закончил пирамиду предшественника, а потом построил собственную. И это должна была быть уже истинная пирамида — не ступенчатая, а с гладкими гранями. Проект оказался неудачным: по погребальной камере пошли трещины, и Снофру пришлось срочно завершать пирамиду под другим углом — она получилась ломаная. «Но на этом он не остановился и построил третью пирамиду, которая тоже имела гладкие грани, — продолжает Максим. — Чтобы возвести её, Снофру использовал большие блоки, а не маленькие, как раньше. Я выделяю его потому, что он не отступил, проявил характер и добился того, чего хотел. Именно при нём, пожалуй, был перемещён наибольший объём камня за всю историю древнеегипетской цивилизации. А ещё Снофру был великим завоевателем и обеспечил контроль египетского государства за всеми ресурсами, необходимыми для строительства пирамид, из Нубии, Синая, Восточной и Западной пустынь, а также Леванта».



Фрагмент статуи Снофру. Каирский египетский музей

Первый египтолог

Максим Лебедев, египтолог и популяризатор науки, старший научный сотрудник Института востоковедения РАН.

Если говорить о наиболее выдающихся фигурах Древнего Египта, то, помимо фараонов, я бы назвал египетского царевича Хаэмуаса, одного из многочисленных сыновей Рамсеса II. Он был верховным жрецом бога Птаха в Мемфисе и сыном царицы Иситнофрет. Многие мои коллеги считают его первым археологом. Это удивительно, но древние египтяне интересовались памятниками былых эпох и своим прошлым уже

в период Древнего царства! В той же пирамиде Джосера в огромном количестве были найдены сосуды с именами его предшественников. Велись споры, из каких захоронений он их вытащил — неужели из древних гробниц? Это науке пока неизвестно, но факт остаётся фактом: зачем-то он сделал это. Что касается Хаэмуаса, то он активно интересовался прошлым своей страны и фактически вёл раскопки на территории древних некрополей Мемфиса, Саккары и Гизы. Он расчищал и восстанавливал пирамидные комплексы царей Унаса, Шепсескафа, Сахура, Джосера, Усеркафа, солнечный храм Ниусерра, которые были старше его самого

на тысячу лет. Он же выкопал и переместил в Мемфис статую родственника Хуфу — царевича Кауаба. А поскольку Хаэмуас, как и его отец, не стеснялся рассказывать о своих достижениях и оставил довольно внушительные реставрационные надписи, память о нём пережила столетия. В первом тысячелетии до нашей эры возник целый цикл сказаний о мудреце, который бродит среди гробниц в поисках тайного божественного знания. У меня даже есть ощущение, что он мог бы понять современных археологов: этот царевич, живший более трёх тысяч лет назад, кажется, был близок по духу современным учёным.



Голова сфинкса, возможно, имеющего портретные черты Аменемхета I. Метрополитен-музей, Нью-Йорк

Великий лекарь

Как звали: Аменемхет I или Сехетеп-иб-ра (в пер. с егип. — «тот, кто умиротворяет сердце Ра»).

Когда правил: Среднее царство, примерно с 1991 по 1962 год до н. э.

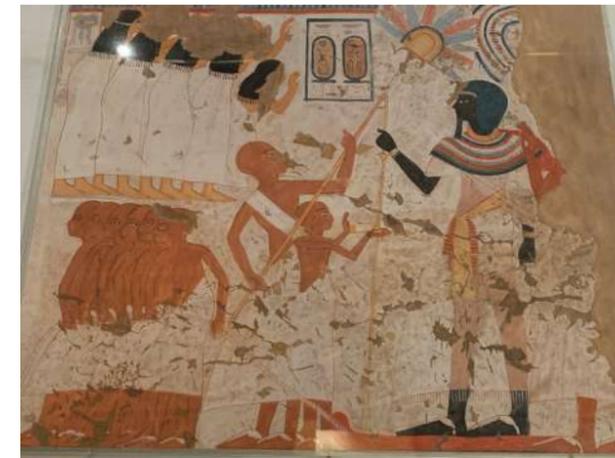
Чем отличился: основатель XII династии. Преодоле «время болезни».

К концу третьего тысячелетия до нашей эры Египет оказался в глубоком кризисе. В значительной степени это было связано с климатическими изменениями в Северной Африке, которые вызвали экологический кризис, а также усугубили социальные и экономические трудности. Египет, по всей видимости, прекратил своё существование как единое централизованное государство, и началась эпоха смут — «время болезни», как называли период между Старым

и Средним царствами египтяне. Обрушившиеся беды они объясняли утратой царями полноценной божественной природы.

«Из этого состояния страну вытащили правители Среднего царства, — говорит Максим Лебедев. — И самым примечательным из них был, пожалуй, Аменемхет I, выдающаяся личность, о которой тоже мало кто знает, хотя этот фараон преодолел „время болезни“ и восстановил государственное единство. Он же стал первым правителем с эпохи Старого царства, построившим собственную пирамиду. Интересно, что строил он её во многом из блоков, использованных при возведении погребальных комплексов его предшественников, — разбирая старые памятники. Почему он так делал, неизвестно: то ли торопился, то ли эти камни имели для него особое значение. Мол, смотрите, я собираю в своём погребальном памятнике достижения великих правителей прошлого».

↓ Барельеф с изображением Тутмоса I. Метрополитен-музей, Нью-Йорк



→ Обелиск Тутмоса I в Карнакском храме



Отец империи и женщины-фараона

Как звали: Тутмос I (в пер. с егип. — «рожденный Тотом»).

Когда правил: Новое царство, с 1504 по 1492 год до н. э.

Чем отличился: фараон XVIII династии. Одержав ряд военных побед, расширил границы Древнего Египта и обогатил его.

«Если говорить о Новом царстве, там можно назвать много выдающихся правителей, — продолжает Лебедев. — От этой эпохи до нас дошло гораздо больше источников, мы лучше знаем её царей. К этому периоду принадлежали Рамсес II и Тутанхамон, но я бы остановился на Тутмосе I. Он был великим воителем и отцом знаменитой женщины-фараона Хатшепсут. Фактически он и создал великую египетскую империю эпохи Нового царства».

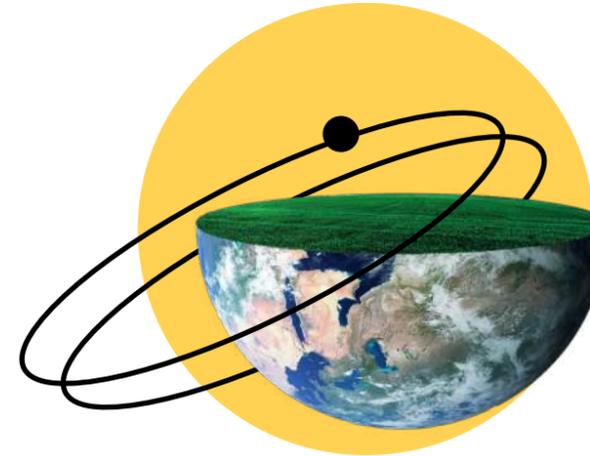
Ситуация была такая: воспользовавшись сменой фараонов, восстала Нубия. И, несмотря на испепеляющую жару (египтяне обычно не выступали в нубийские походы летом), Тутмосу I удалось подавить восстание. Он якобы лично сразил нубийского вождя и повесил его труп на носу своей лодки — для устрашения непокорных. На этом царь не успокоился и предпринял новый поход — в Азию. Одержав ряд значительных побед на Ближнем Востоке, Тутмос I приказал соорудить на берегу Евфрата, вероятно, в районе города Каркемиш, стелу, отмечающую северный рубеж его владений. В покорённых областях фараон захватил несметные ценности и обязал население платить ему дань. Всё это обогатило Древний Египет, и он расцвёл как никогда прежде. «Известно и то, что Тутмос I — великий строитель. По его указанию были возведены храмы по всей долине Нила. Это крайне интересная, важная и недооценённая личность. Плодами его усилий пользовались другие знаменитые фараоны: Аменхотепы, Рамсесы и прочие», — заключает Максим Лебедев. ^_^

Земля плоская?

О необходимой степени приближенности

Григорий Тарасевич

Нет-нет! Наша редакция не сошла с ума и не пропагандирует теорию плоской Земли, по которой бродят суровые рептилоиды, вступившие в сговор с мировым правительством. Мы совсем о другом — о степени приближенности, которая нужна для решения той или иной задачи. Перефразируя известный афоризм: «Господи, дай мне смелости упростить то, что можно упростить; сил быть точным там, где это действительно нужно; и мудрости — отличить одно от другого».



Земля плоская

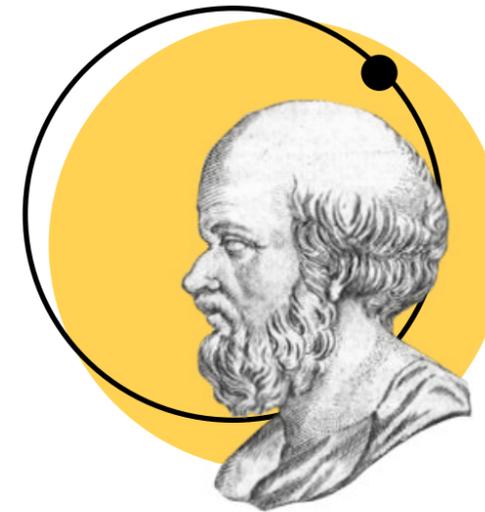
Вам кто-то сказал, что Земля не плоская? Какая глупость! Посмотрите вокруг. Вы видите признаки того, что наша планета круглая, квадратная, конусовидная или какая-то ещё? Поверхность, которую мы наблюдаем каждый день, плоская, словно лист А4 на офисном столе (ну, если не считать всяких шероховатостей вроде гор и рек).

Например, высота земной дуги под моей квартирой исчисляется миллионными долями миллиметра. Это я не к тому, что было бы неплохо улучшить жилищные условия, а к тому, что столь малую величину не замечаешь, когда двигаешь шкаф, вешаешь полку или расставляешь посуду на столе. Считать Землю плоской вполне логично, потому что её искривление пренебрежимо мало для 99,99% наших задач.

Вы же не задумываетесь о релятивистских эффектах движения на скорости 60 км/ч? И правильно делаете. Теория относительности работает только при очень больших скоростях. Один из немногих случаев, когда на неё сделали поправку в реальной практике, — спутники GPS, летающие со скоростью 14 000 км/ч. Но использовать Эйнштейна в быту не обязательно.

Вот и о форме Земли думать не стоит! Пусть члены Общества неплоской Земли что-то там высчитывают, ссылаются на часовые пояса, вспоминают о горизонте. Разница во времени между регионами могла появиться и по каким-то другим причинам, нежели форма планеты. Может, это Солнце движется относительно нас по такой траектории, что, когда в Красноярске уже доели бизнес-ланч, в Москве ещё не допили утренний кофе.

А горизонт... Человек видел его, когда скакал на коне по бескрайней степи или бороздил моря на паруснике. Вы когда в последний раз горизонт видели?



Земля не плоская, а круглая

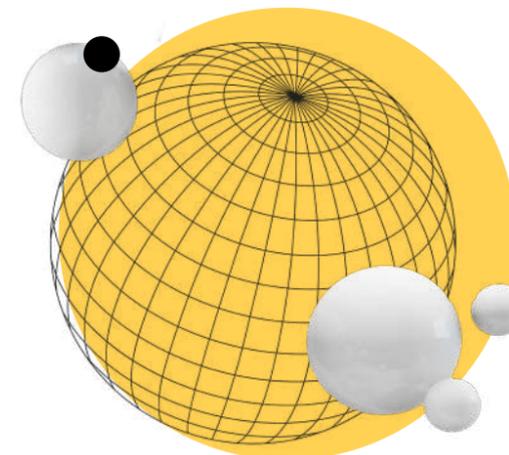
Вы что, правда поверили, что Земля плоская? Наверное, часто РенТВ смотрите и верите, что официальные учёные скрывают правду о форме нашей планеты. Но такие передачи относят скорее к юмористическому жанру.

Вообще же люди давно знают, что Земля круглая. Это выяснили ещё древние греки. А Эратосфен Киренский сумел даже вычислить радиус планеты. По одной из версий, у него получилось 6287 км. При этом самая современная оценка усреднённого радиуса — 6371 км. Обратите внимание: дело было в III веке до нашей эры, то есть больше чем за две тысячи лет до появления GPS, космических кораблей и грантов РФ. Конечно же, Земля круглая!

Земля не круглая, а сферическая

Когда мы говорим: «Земля круглая», вроде бы ничего не режет слух. Так? Но загляните в ближайший словарь, там чёрным по белому написано: «Круг — геометрическое место точек плоскости, расстояние от которых до заданной точки, называемой центром круга, не превышает заданного неотрицательного числа, называемого радиусом этого круга». То есть круг — это плоская фигура, о чём должен знать даже школьник младших классов.

Математика не психология: она требует точных определений. И если мы признали, что планета больше похожа на мяч, нежели на блин, то стоит сравнивать её со сферой. Земля сферическая. Договорились?





Земля не сферическая, а шарообразная

Возможно, для кого-то сфера и шар — одно и то же. Но мы не из их числа, правда? Читаем определение сферы: «...геометрическое место точек в пространстве, равноудалённых от некоторой заданной точки — центра сферы». Обратите внимание: равноудалённых! Получается, если наша планета — сфера, то, продвинувшись даже на несколько метров вглубь, мы окажемся уже не на Земле, а где-то ещё. Говорить, что планета имеет сферическую форму, безграмотно.

Правильное слово — «шар», совокупность всех точек пространства, находящихся от центра на расстоянии не больше заданного. То есть сфера — это про поверхность, а шар — про всё тело. Так-то лучше.

Земля не шар, а эллипсоид

Вроде бы шаровидность Земли сомнений не вызывает. Верно? Но ещё в XVII веке Исаак Ньютон предложил проделать мысленный эксперимент. Предположим, мы прорыли две шахты — одну на полюсе, другую на экваторе. Они такие глубокие, что соединяются в центре Земли. Теперь заполним эти воображаемые шахты водой. Если бы планета имела форму правильного шара, то жидкость в шахтах установилась бы на одном уровне. Но Земля вращается. Из-за центробежного ускорения уровень в экваториальной шахте будет выше, чем в полярной. Если перенести этот эффект на твёрдое вещество, получится, что Земля слегка вытянута по бокам и приплюснута на полюсах.

Старина Исаак как в воду глядел. Согласно современным данным, экваториальный радиус планеты — 6378,1 км, а полярный — 6356,8 км. Правильно называть Землю эллипсоидом, а вовсе не шаром.

Земля не эллипсоид, а эллипсоид вращения

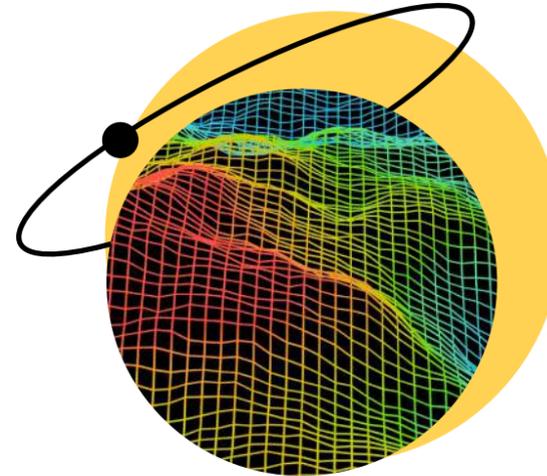
Слово «эллипсоид» звучит солидно. Но на самом деле... Классическое определение этой фигуры: «...поверхность в трёхмерном пространстве, полученная деформацией сферы вдоль трёх взаимно перпендикулярных осей». Можно применять это слово и ко всем точкам внутри фигуры, такое допускается.

Но обратите внимание на слова «трёх осей». То есть берём шар и в одном направлении его растягиваем, в другом сжимаем, в третьем меняем как-то ещё. Получается что-то похожее скорее на кусок туалетного мыла, чем на планету. А всё потому, что правильное название для такой фигуры не просто эллипсоид (это слишком общее понятие), а эллипсоид вращения.

Земля не эллипсоид вращения, а геоид

Считать нашу планету эллипсоидом вращения — значит упростить реальную картину до неприличия. Можно подумать, что Землю сделали на специальном заводе из сверхчистого сплава. Но ведь это не так. Поэтому ещё в XIX веке учёные ввели понятие геоида (первым это слово употребил в 1873 году математик Иоганн Листинг).

Само по себе это слово, образованное от «гео-» — Земля, подтверждает уместность его использования. Геоид отличается от эллипсоида вращения



тем, что учитывает неоднородность силы притяжения, которая связана не только с приплюснутой формой планеты, но и с различной плотностью недр. Грубо говоря, если мы уберём все континенты и зальём планету водой, то поверхность Мирового океана примет форму геоида и будет пусть немного, но отличаться от идеального эллипсоида вращения.

Земля не геоид, а непонятно что

Итак, наша планета имеет форму геоида. Так? Нет! Геоид — абстрактная фигура, придуманная для геофизических расчётов. Она не учитывает ни горные вершины, ни океанские впадины. А ведь максимальный перепад высот рельефа составляет почти 20 км (высота Эвереста — 8848 м, глубина Марианской впадины — 10 994 м). Это почти такая же разница, как между экваториальным и полярным радиусами.

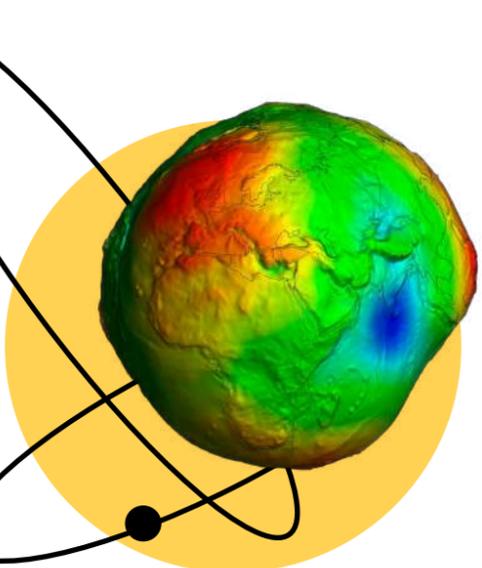
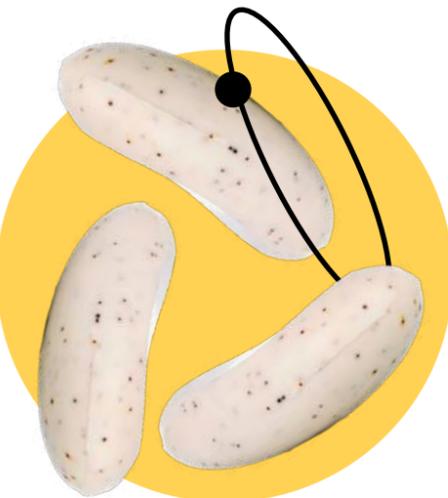
Истинную форму нашей планеты невозможно описать с помощью строгого геометрического термина или одной формулы. С точки зрения математики это не фигура, а что-то очень странное.

Земля не непонятно что, а динамическое непонятно что

Можно сказать, что Земля имеет форму геоида с рельефом. Можно даже создать очень-очень точный глобус такой формы. Но и это будет неправдой. Мало того что форма меняется по естественным причинам — из-за приливов, выветривания, движения литосферных плит и т. д., — огромное влияние оказывает на неё человек. Для абстрактного инопланетянина двухсотметровый офисный центр — это тоже часть планеты. Равно как и автомобиль, несущийся на полной скорости. Или лично я: перемещаясь по улице, я меняю очертания планеты (если что, мой рост 181 см). Так что корректно говорить о форме Земли можно лишь указывая год, число, час и минуту.

Мораль

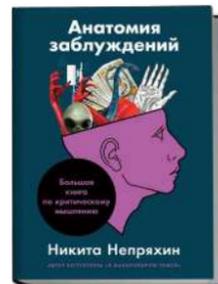
Землю можно считать плоской, круглой, шарообразной, землеподобной и т. д. Каждое из этих определений уместно, если ошибка не слишком значима. И на самом деле этот текст вовсе не о форме Земли (тем более что она ещё сложнее, чем я описал). Это история о степени приближённости, необходимой для решения конкретной задачи. Ошибаются все. Погрешность есть всегда. И наша задача — понять, в каком случае какая степень точности нужна. Кажется, это и называется мудростью. ^_^



5 бесплатных книг, которые стоит прочитать

✍ Григорий Тарасевич

Помните, в школе нам давали список литературы на лето? Вот и я решил посоветовать книги, которые стоит прочитать в свободное время. Основывался я на проекте «Дигитека» — коллекции научно-популярной литературы. Во-первых, её долго отбирали эксперты (горжусь, что был в их числе). А во-вторых, каждую из этих книг можно скачать бесплатно и совершенно легально. Всего в коллекции «Дигитеки» почти сотня книг. Для этого номера я отобрал те, что посвящены несовершенству человека. Порой люди бывают жестокими, глупыми или хотя бы нерациональными. Почему?



Анатомия заблуждений

Кто написал

Никита Непряхин — исследователь теории аргументации, убеждения и манипуляций. Популяризатор критического мышления в России. Бизнес-тренер и вузовский преподаватель.

Почему надо прочитать

Книг по критическому мышлению много, но эта чуть ли не первая, которая написана российским автором. Но это не главное. Важнее, что это

не просто рассуждения на уровне здравого смысла — автор ссылается на горы научной литературы. И рассказывает не только почему мы ошибаемся, но и как ошибаться меньше. В общем, рекомендую. «Важно понять одно: большинство может ошибаться... Критическое мышление и здравый смысл не одно и то же. <...> Мы должны постоянно требовать того, чтобы любая идея, даже подпадающая под категорию „здравого смысла“, была доказана, понятна и обоснована».



Предсказуемая иррациональность

Кто написал

Дэн Ариели — израильско-американский экономист, профессор психологии и поведенческой экономики. Когда ему было 18 лет, он готовил фейерверк для молодёжного праздника и получил тяжелейший ожог — 70% тела. «Следующие три года, — вспоминает автор, — я провёл в больнице замотанный в бинты и лишь изредка появлялся на людях, одетый в тесный синтетический костюм и с маской на лице. <...> Не имея возможности участвовать в обычной жизни... я начал размышлять над тем, что когда-то было моей жизнью. В качестве наблюдателя из другой

культуры (или даже с другой планеты) я стал анализировать причины того или иного поведения — как моего, так и окружающих меня людей».

Почему надо прочитать

«Знаете ли вы, почему таблетка за 300 рублей помогает лучше, чем за 10? Почему мы охотнее помогаем соседу бесплатно, чем за деньги? Почему иногда мы безудержно покупаем вещи, которые на самом деле нам не нужны?» — завлекает аннотация. Действительно, мы часто ведём себя иррационально, но такое поведение можно предсказать, а значит, и научиться принимать решения чуточку лучше.



В интернете кто-то неправ!

Кто написал

Ася Казанцева — один из самых знаменитых популяризаторов науки в России. Мне не раз доводилось слышать от студентов и молодых учёных: «Хочу быть как Ася Казанцева». Завидно, между прочим ;)

Почему надо прочитать

Это отличный разбор обыденных мифов, которыми полон интернет: прививки вызывают

аутизм, серьёзные болезни лечатся гомеопатией, употребление в пищу ГМО может нанести страшный вред и т. д. В книге показано, как проверять информацию, опираясь на научные доказательства. А ещё — Ася пишет чертовски живо и остроумно, используя в научно-популярном тексте бытовые примеры и не стесняясь рассказывать байки о личной жизни.



Эффект Люцифера

Кто написал

Филип Зимбардо — харизматичный профессор психологии. Фигура популярная и спорная. Наверное, нет такого учебника по общественным наукам, где бы не упоминался его Стэнфордский эксперимент.

Почему надо прочитать

Основной вопрос книги: откуда берутся негодяи? Точнее, так: как добропорядочные граждане превращаются в палачей? С точки зрения Зимбардо, ключевую роль здесь играет социальный контекст. Главная иллюстрация этого механизма — Стэнфордский тюремный эксперимент. Напомним:

студентов-добровольцев поместили в некое подобие тюрьмы, разделив случайным образом на надзирателей и заключённых. Меньше чем через неделю исследование пришлось прервать: участники чересчур вжились в роли. К этому эксперименту есть немало претензий, некоторые даже считают его фальсификацией. В любом случае книга вызвала большой общественный резонанс. Недаром по её мотивам сняли аж три художественных фильма: немецкий Das Experiment, его американский ремейк The Experiment и «Тюремный эксперимент в Стэнфорде». Но, на мой вкус, книга куда драматичнее всех фильмов.



Подчинение авторитету

Кто написал

Стэнли Милгрэм — знаменитый социальный психолог, автор серии остроумных экспериментов «вторжение в очередь», «шесть рукопожатий», «потерянное письмо» и т. д.

Почему надо прочитать

Это рассказ о самом знаменитом исследовании Милгрэма, во время которого испытуемые пови-

нуясь приказам учёного, наносили напарникам сильные удары током. Наверняка вы об этом что-то слышали, но прочитать всё равно стоит: в книге эксперимент подробно разбирается с научной точки зрения. Публицистики здесь меньше, чем в «Эффекте Люцифера» (кстати, Милгрэм и Зимбардо были одноклассниками). Возможно, поэтому, прочитав «Подчинение авторитету», понимаешь, что психология — действительно наука. ^_^

В рамках проекта «Дигитека» эту книгу можно скачать бесплатно и легально.

Анатомия заблуждений	Предсказуемая иррациональность	В интернете кто-то неправ!	Эффект Люцифера	Подчинение авторитету

Сдаём ЁГЭ по сказкам, вампирам и букве «ё»



1. Сдаём ЁГЭ по «Черепашкам-ниндзя»

Екатерина Корчагина, школа № 100,
Нижний Тагил

Начнём с классики. Среди главных героев эпоса про черепашек-ниндзя — Леонардо, Рафаэль и Микеланджело. Нетрудно догадаться, что названы они в честь великих художников Леонардо да Винчи, Рафаэля Санти и Микеланджело Буонарроти. Скажите, а могли эти люди дружить друг с другом в реальности?

- А.** Нет. Все они жили в разное время
- Б.** Нет. Они жили в одну эпоху, но в разных странах
- В.** Отчасти. Рафаэль и Микеланджело были знакомы друг с другом, но вот Леонардо да Винчи — это другое время и место
- Г.** Да. Они жили в одно время и были знакомы
- Д.** Научкой доказано, что никаких да Винчи, Рафаэля и Микеланджело в реальности не существовало. Всё это фейк, как и черепашки-ниндзя!

2. Сдаём ЁГЭ по единорогам

Максим Ефимов, Егор Дмитриев,
школа № 1358, Москва

Представим, что единорог действительно существует, — есть же в природе, например, носороги. Из какого вещества мог бы состоять его рог?

- А.** Кутимин
- Б.** Каолин
- В.** Кератин
- Г.** Каротин
- Д.** Керосин

Хватит сказок! В природе есть морское существо, которое официально называется единорогом (лат. — monoceros). И у него действительно есть нечто вроде рога, длина которого может достигать трёх метров. Из-за охотников это животное на грани вымирания... О ком идёт речь, как чаще всего мы называем это животное?

- А.** Дронг
- Б.** Моа
- В.** Рогатая акула
- Г.** Рогатый кит
- Д.** Нарвал

3. Сдаём ЁГЭ по «Коньку-горбунку»

Ева Львова, школа № 547,
Москва

Теперь об истории. Сказка о Коньке-горбунке была написана в 1834 году. Определите царя, который правил в это время.

- А.** Александр I
- Б.** Николай I
- В.** Пётр I
- Г.** Александр II
- Д.** Никаких царей в то время уже не было. Россия была республикой, и правил ею парламент

4. Сдаём ЁГЭ по «Золушке»

Ева Львова, школа № 547, Москва

Печальный факт: в полночь карета Золушки превращается в тыкву. Но мы не грустим, а думаем: какой из перечисленных ниже овощей и фруктов не относится к семейству тыквенных?

- А.** Огурец
- Б.** Патиссон
- В.** Дыня
- Г.** Картофель
- Д.** Арбуз



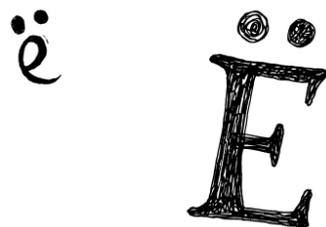


5. Сдаём ЁГЭ по букве «ё»

Дарья Беленкова, школа № 1329, Москва

Напомним: журнал «Кот Шрёдингера» — одно из немногих полностью ёфицированных изданий. То есть мы пишем «ё» везде, где положено. А теперь вопрос: в фамилии какого учёного буква «ё» не нужна?

- А. Эрвин Шредингер
- Б. Пафнутий Чебышев
- В. Андерс Ангстрем
- Г. Сергей Ожегов
- Д. Сергей Королёв
- Е. Луи Пастер



6. Сдаём ЁГЭ по «Дюймовочке»

Валерия Сухарева, школа № 547, Москва

Чуть-чуть сказочной анатомии: Дюймовочка маленькая — всего один дюйм. Какой орган в человеческом организме вырабатывает гормон, который отвечает за рост?

- А. Щитовидная железа
- Б. Костный мозг
- В. Гипофиз
- Г. Вестибулярный аппарат
- Д. Мозжечок

Переходим к личной жизни героини. Как вы помните, Дюймовочку похищает жаба, чтобы женить на ней своего сына. К какому классу позвоночных относятся жабы?

- А. Земноводные
- Б. Амфибии
- В. Верны оба варианта
- Г. Оба варианта неверны

7. Сдаём ЁГЭ по «Аленькому цветочку»

Алла Курбатова, школа № 547, Москва

Допустим, в саду у чудовища из сказки Сергея Аксакова было 500 цветков и только 2 из них — аленькие. Какова вероятность, что в темноте купец сорвёт именно тот цветок, о котором попросила его дочь?

- А. 50%
- Б. 0,04
- В. 0,02
- Г. 0,004
- Д. 0,0004



8. Сдаём ЁГЭ по вампирам

Максим Ефимов, Егор Дмитриев, школа № 1358, Москва

Вы готовы вступить в борьбу с кровопийцами? Как известно всем охотникам на вампиров, эту нечисть можно убить только пулей, сделанной из серебра. Как обозначается этот металл?

- А. Sb
- Б. Al
- В. Ar
- Г. Ag
- Д. Au



Подводим итоги

За каждый правильный ответ вы получаете по 1 баллу. Считаем.

Больше 10 баллов

Вы гений! Вопросов было всего 10 — набрать больше баллов можно только с помощью очень сложных математических формул.

8–10 баллов

У вас безусловный талант. С такими результатами вы можете стать профессором какого-нибудь сказочного факультета.

5–7 баллов

Хороший результат. Можете претендовать на бюджетное место в Университете фантастических наук им. А. Дамблдора.

2–4 балла

Тоже достойно. Но советуем на досуге перечитать классические работы «Траектория движения Конька-горбунка в вакууме», «Образ Золушки в условиях трансформации гендера» и «Об использовании единорогов для нужд сельского хозяйства».

Один балл или меньше (включая отрицательные значения)

Наверное, вы просто устали. Хорошо вас понимаем.

Правильные ответы

Вопрос 1. Про «Черепашек-ниндзя»

Правильный ответ: Г.

Три великих мастера эпохи Возрождения жили примерно в одно время: Леонардо да Винчи (1452–1519), Рафаэль Санти (1483–1520), Микеланджело Буонарроти (1475–1564). Более того, они были знакомы друг с другом: в начале XVI века все трое работали во Флоренции. Подробности их взаимоотношений нам до конца не известны, но отзывались друг о друге они весьма уважительно.

Вопрос 2а. Про единорогов

Правильный ответ: В.

Основная часть рога у носорога состоит из белка кератина — одного из самых прочных веществ, которые могут вырабатывать живые существа. Кстати, в наших волосах и ногтях этого кератина тоже очень много.

Вопрос 2б. Тоже про единорогов

Правильный ответ: Д.

Речь идёт о нарвале, редком морском млекопитающем из семейства китообразных. Правда, огромный отросток у него на голове — это не рог, а бивень, то есть зуб, который может вырастать до трёх метров длиной. Учёные до сих пор не пришли к единому мнению, для чего такая штука нужна. Есть масса версий: для охоты, для привлечения самок, для коммуникации, пробивания дырок во льду, анализа состава и температуры воды...

Вопрос 3. Про «Конька-горбунка»

Правильный ответ: Б.

Николай I царствовал с 1825 по 1855 год. Сказку «Конёк-горбунок» 18-летний поэт Пётр Ершов написал в 1834-м. Хотя сказка понравилась многим, включая Пушкина, в зрелые годы Ершов больше занимался не литературой, а преподаванием

и организацией школ. Кстати, среди его учеников был Дмитрий Менделеев — будущий создатель периодической таблицы химических элементов.

Вопрос 4. Про «Золушку»

Правильный ответ: Г.

Картошка, как и помидор, принадлежит к семейству паслёновых. Среди близких родственников тыквы — дыня, огурец, арбуз. А кабачок и патиссон вообще родные братья, их считают подвидом тыквы.

Вопрос 5. Про букву «ё»

Правильный ответ: Г.

Так уж сложилось, что из-за пренебрежения буквой «ё» фамилии многих учёных мы произносим неправильно. Так что запоминайте:

Эрвин Шрёдингер, физик, лауреат Нобелевской премии. В этом случае, кстати, ошибаются очень редко.

Пафнутий Чебышёв, математик. Вот он, по слухам, сильно обижался, когда его называли Чебышевым. В фамилии Чебышёв даже ударение на другом слоге. Андерс Ангстрём, астрофизик, открыл водород на Солнце. Поэтому единица измерения — ангстрем, 10⁻¹⁰ м, приблизительный диаметр орбиты электрона в невозбуждённом атоме водорода, — по идее, должна была бы писаться через «ё». Но не пишется.

Сергей Королёв, отец советской космонавтики. Думаем, здесь вы не должны ошибиться.

Луи Пастёр, микробиолог. Здесь ситуация более сложная. Если вы откроете справочник или энциклопедию, то даже там не увидите буквы «ё» в фамилии учёного (в отличие, скажем, от Чебышёва и Ангстрёма). Но по-французски произносится именно Пастёр! Так что если захотите показать сногшибательную эрудицию, говорите «пастёризованное молоко».

А теперь правильный ответ! Только фамилия составителя «Словаря русского языка» Сергея Ожегова пишется через «е», а не через «ё».

Вопрос 6а. Про «Дюймовочку»

Правильный ответ: В.

Находящийся у нас в голове гипофиз вырабатывает соматотропин, который часто называют «гормоном роста». Если вы подозреваете, что мы ошиблись, назвав этот гормон «соматотропином», а не «соматропином», то не волнуйтесь — допустимы оба варианта.

Вопрос 6б. Опять про «Дюймовочку»

Правильный ответ: В.

Земноводные и амфибии — одно и то же. Можно без стеснения употреблять оба названия этого класса. В русскоязычной научной литературе встречаются оба слова, правда термин «земноводные» используется примерно на 10–20% чаще. Кстати, эти животные были первыми позвоночными, перешедшими от водного к водно-наземному образу жизни. Проявим к ним уважение и разрешим иметь два имени.

Вопрос 7. Про «Аленький цветочек»

Правильный ответ: Г.

Тут всё очень скучно. Делим 2 на 500, получаем 0,004.

Вопрос 8. Про вампиров

Правильный ответ: Г.

Мы верим, что вы знаете наизусть таблицу Менделеева. Но на всякий случай напомним: Sb — сурьма, Al — алюминий, Ar — аргон, Ag — серебро, Au — золото



«У попа была собака...»

Анекдоты
с рекурсией



— Что означает средняя буква «Б» в Бенуа Б. Мандельброт?

— Бенуа Б. Мандельброт.

Правда, этот анекдот похож на фрактал? Эта старая шутка — своего рода нерукотворный памятник создателю фрактальной геометрии Бенуа Б. Мандельброту, придумавшему слово «фрактал» ещё в 1975 году. Части фрактала имеют ту же форму, что и целое, состоят из тех же частей — и так до бесконечности. Мандельброт считал фракталы геометрией самой природы. В его правоте легко убедиться, сравнив, например, изображение нейронных связей с фотографией ряби от отражения света в воде, или с аэрофотосъёмкой ночной Москвы, или даже с моделью макроструктуры Вселенной...



Кстати, что на самом деле означает средняя буква «Б» в Бенуа Б. Мандельброт? Никто точно не знает, математик сам добавил её в своё имя. Зачем? Доказать не могу, но верю, что Бенуа Б. Мандельброт просто хотел превратить своё имя во фрактал.

Но что смешного во фракталах? Мы смеёмся не от бесконечного самоподобия, а от разрыва шаблона: ситуация словно пытается выйти за рамки своего описания, намекая на существование большего мира — причём прямо здесь, читателя словно за нос хватают!

Как в старом анекдоте.

Выходят две блохи из ресторана, одна говорит другой:

— Так что, пешком пойдём или прокатимся на бороде этого анекдота?

Ситуация, когда объект вдруг оказывается частью самого себя, называется рекурсией. Как в заставке к «Симпсонам», когда семейство сбегается, чтобы посмотреть эту самую заставку на телеэкране. В кино вообще любят рекурсию — например, в моём любимом фильме «Адаптация», поставленном по сценарию Чарли Кауфмана, Чарли Кауфман пишет сценарий про то, как Чарли Кауфман пишет сценарий фильма «Адаптация». Фрактал — частный случай рекурсии. А может, наоборот.

В науке рекурсией тоже не брезгают, причём если математики её исследуют, то у гуманитариев она часто рождается сама собой, благодаря фрактальной природе сущего. «Культура — это всё, что изучает культурология», — разводят руками культурологи. «Интеллект — это то, что определяется тестами интеллекта», — чеканят психологи.

Есть целое направление в когнитивной науке, в котором способность к рекурсии считается главным человеческим талантом. Например, известная книга Майкла Корбаллиса «Рекурсивное мышление» посвящена доказательству тезиса, что именно рекурсия сделала нас разумными. Мы способны мыслить о своём мышлении, как и о том, что думает о нас другой человек, то есть умеем подниматься над ситуацией и собственной позицией, можем рефлексировать, судить объективно, познавать суть вещей...

А помните, с чего начиналась тренировка этой удивительной способности, возможно, сделавшей из вас человека?

*У попа была собака, он её любил.
Она съела кусок мяса — он её убил,
В яму закопал, надпись написал:
«У попа была собака...» ^ ^*

Подписывайтесь на «КОТА»!



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

В 2022 году выйдут ещё два номера:
🍂 осенний и ❄️ зимний.

Всё самое интересное впереди!





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА



ПРАВИТЕЛЬСТВО
МОСКВЫ

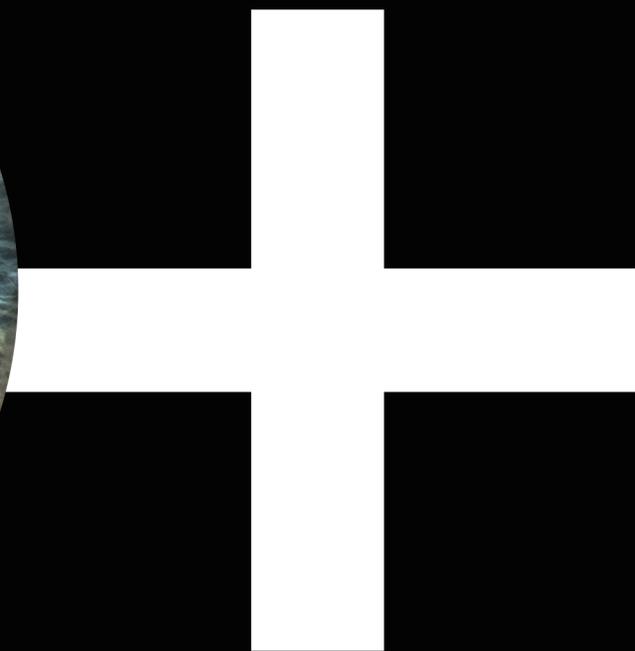


РОССИЙСКАЯ
АКАДЕМИЯ
НАУК

НАУКА 

ВСЕРОССИЙСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ

НАУКА



СОЗДАВАЯ
БУДУЩЕЕ

ОКТАБРЬ —
НОЯБРЬ 2022
85 РЕГИОНОВ



FESTIVALNAUKI.RU
ВХОД СВОБОДНЫЙ