



Научно-популярный
журнал kot.sh

NAUKA+



Издаётся при поддержке
Минобрнауки России



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
М.В.ЛОМОНОСОВА

КОТ ШРЁДИНГЕРА

#4(53)

ТЕСТ
Вселенная
«Уэбба»



ДИНОЗАВРЫ

Повинуемость

Б о л ь

Нейтрино

Инопланетяне

НЕАНДЕРТАЛЬЦЫ



Пузырчатка: хищник размером с бактерию

30 лет



Российская Академия Наук





Журнал «Кот Шрёдингера»
№ 4 (53) 2022 г.

Учредитель и издатель
ООО «Дирекция Фестиваля науки»
Адрес: 119992, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1, стр. 77
Тел.: (495) 939-55-57
Сайт: www.kot.sh
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 коммуникаций.
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 Готтлиб
Директор фотослужбы: Валерий Дзялошинский
Арт-директор: Маша Норкина
Дизайнеры: Сергей Кузерин, Наталья Зайцева
Технический редактор: Ирина Круглова
Макет: Данила Шорох
Дизайн котов: Евгений Ильин

Директор по развитию:
Анна Кронгауз

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

При создании этого номера ни один кот не пострадал.

Перепечатывать материалы из журнала можно, но хорошо бы спросить разрешения у редакции. И обязательно нужно на нас сослаться.

© ООО «Дирекция Фестиваля науки», 2022

Обложка:
P Stock / Shutterstock

● Мяу, мы снова вместе, друзья!

Признаюсь, я всегда мечтал стать путешественником во времени, увидеть прошлое и будущее. А ещё – облететь и понять Вселенную, встретить инопланетян, стать атомом и звездой, запрыгнуть в чёрную дыру, оседлать луч света и, конечно, обо всём рассказать людям.

Но как исполнить столь непрактичные мечты?

Поможет хороший орбитальный телескоп. Благодаря «Джеймсу Уэббу» учёные в 2022 году увидели Вселенную другими глазами – мы тоже рассмотрим эти снимки повнимательней.

Или подземный телескоп, как в репортаже из Баксанской нейтринной обсерватории.

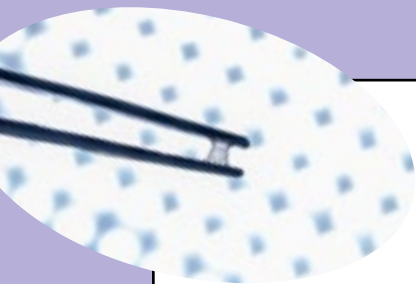
С палеоантропологами мы раскроем тайну исчезновения неандертальцев, отправимся к динозаврам с палеонтологом. Вас ждут и путешествия в глубины собственной психики: мы будем исследовать боль и склонность людей подчиняться авторитетам.

С Котом Шрёдингера возможны самые невозможные путешествия!

Мяу, удивительных вам открытий!



Содержание



4 ▶ Новости без хвоста

5 ▶ Новости, которые...



ВХОД

6 ▶ Чип, Шпицберген «Большая железяка» и другие победители

Объявлены лауреаты самой престижной премии для популяризаторов «За верность науке»

14 ▶ Простая вещь

Три мелка на границе эпох

16 ▶ Организм номера

Пузырчатка



ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ

26 ▶ Знакомство с неандертальцами

Новые открытия антропологов

34 ▶ Вид на звёзды изнутри Андырчи

Репортаж из Баксанской нейтринной обсерватории

48 ▶ Если бы динозавр ходил по Санкт-Петербургу...

Палеонтологическое интервью

ЗАКОНЫ СВОБОДЫ

58 ▶ Лёд, уроки географии и гречневая каша

Интервью с директором Института географии РАН Ольгой Соломиной

66 ▶ Повинуемость

Эксперименты Стэнли Милгрэма: почему это важно сейчас

76 ▶ Больно

Журналист «КШ» испытывает на себе всё самое неприятное

НАИВНЫЕ ВОПРОСЫ

18 ▶ Есть ли у животных сознание?

20 ▶ Существуют ли инопланетяне?

22 ▶ Может ли плохое настроение стать причиной болезни?

24 ▶ Сможем ли мы когда-нибудь договориться о мире с вирусами?



ВЫХОД

84 ▶ Тест

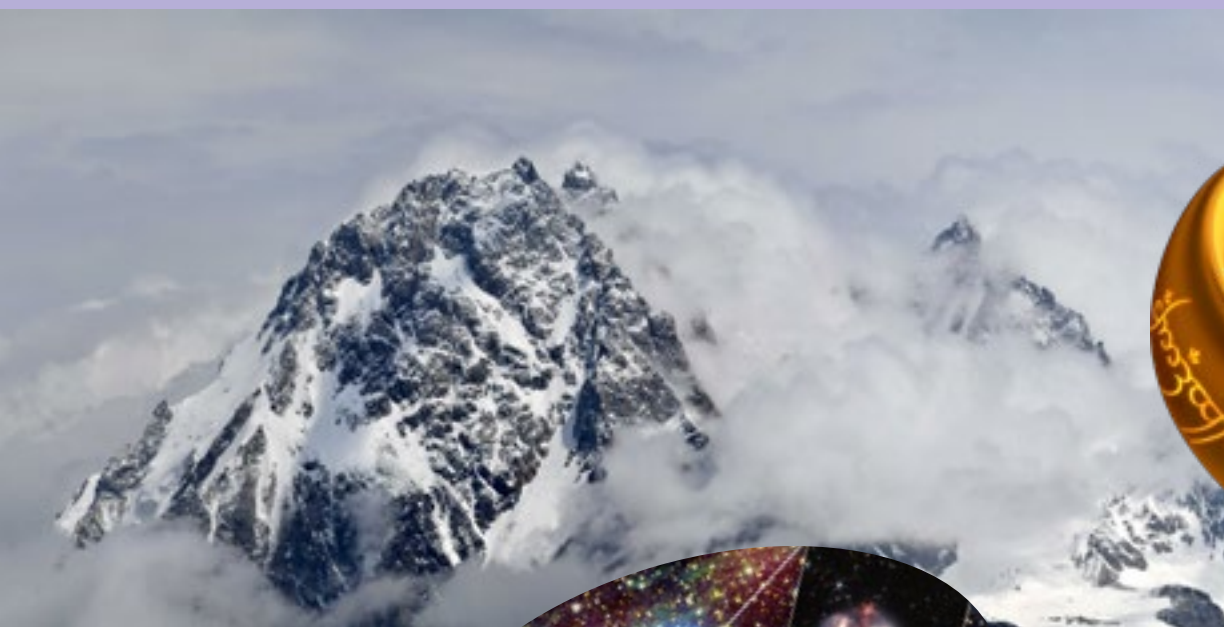
Угадай, какая новость фейковая!

92 ▶ ЁГЭ

Сдаём экзамен по Веному, супу, драконам и Мамонтёнку, ищущему маму

96 ▶ Научный анекдот

Заходят протон и электрон в бар...



Вопросы по номеру

Ответы ищите на страницах журнала

Ольга Соломина сейчас возглавляет Институт географии РАН, она член-корреспондент РАН, научный руководитель факультета в НИУ ВШЭ, член многих комиссий и даже частично лауреат Нобелевской премии. А какова была её первая должность в географической экспедиции?

- А.** Стажёр.
- Б.** Помощник гляциолога.
- В.** Главный геоморфолог.
- Г.** Повариха.
- Д.** Такой серьёзный человек вообще никогда в экспедиции не ездит — он в кабинете сидит и отчёты пишет.

Кто такая Денни?

- А.** Первая клонированная собака.
- Б.** Дочь отца-денисовца и матери-неандерталки.
- В.** Детская кличка директора программы NASA по поиску внеземной жизни.
- Г.** Аббревиатура: Детерминированный Единый Нейтринно-Нейтронный Инжектор.
- Д.** Такого слова в русском языке нет.

Какие нейтрино особенно волнуют учёных?

- А.** Грязные.
- Б.** Чистые.
- В.** Особо чистые.
- Г.** Стерильные.
- Д.** Учёных вообще не волнуют нейтрино, поскольку эти частицы нельзя использовать в народном хозяйстве.

Если бы возле Зоологического института РАН в Санкт-Петербурге сегодня оказался живой динозавр, какая его характеристика вызвала бы наибольший интерес у учёных?

- А.** Вес.
- Б.** Запах.
- В.** Цвет.
- Г.** Издаваемые звуки.
- Д.** Агрессивность: не сожрёт ли случайно какого-нибудь доктора наук.

После научного эксперимента у одного из испытуемых осталась на память картинка: мальчик верхом на гусе. Что исследовали учёные?

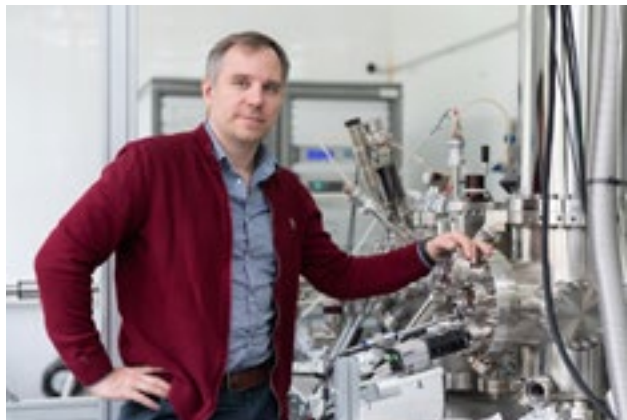
- А.** Умение рисовать с закрытыми глазами.
- Б.** Чувство боли при нанесении татуировки.
- В.** Генерацию изображений с помощью искусственного интеллекта.
- Г.** Восприятие новых красок.
- Д.** Способность трансгенных гусей перевозить пассажиров.

Новости без хвоста

Компьютер будущего из ниобия и меди

Учёные из МФТИ показали, что наноматериал из сверхпроводящего ниобия и меди (Nb-Cu-Nb) может быть самым энергоэффективным переключателем для компьютеров будущего. Эта работа, возможно, открывает новое направление в нанoeлектронике.

Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки России и РНФ в рамках программы «Приоритет-2030».



Тайна недосвёрнутого белка раскрыта

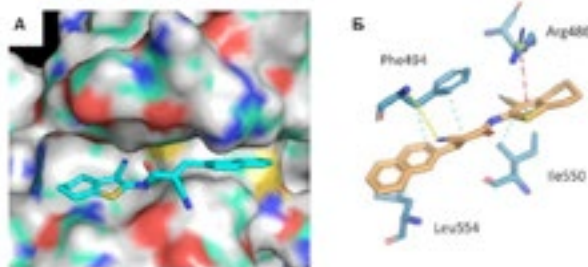
Всё живое состоит из белков. То, как они сворачиваются в упорядоченную стабильную форму, — одна из ключевых тайн мироздания. Так возникает порядок из хаоса. Методом сверхбыстрой сканирующей калориметрии (он позволяет нагревать и охлаждать вещества со скоростью 4000 градусов в секунду) была найдена и измерена промежуточная форма сборки белка, то есть доказано, что белки сворачиваются пошагово.

Работа выполнена в лаборатории сверхбыстрой калориметрии кафедры физической химии Химического института им. А.М. Бутлерова, открытой в Казанском федеральном университете в рамках программы мегагрантов.

Гибридная нейросеть сливается с человеком

Новую архитектуру искусственного интеллекта, включающую плотное взаимодействие с людьми, разработали в Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете «ЛЭТИ». Новый тип нейросети имеет отчасти человеческую логику и обучается вместе с человеком на конкретных типах задач.

Работа выполнена в рамках проекта «Технологии сильного гибридного интеллекта для прикладной медицины» государственной программы «Приоритет-2030».



Новое лекарство для хвоста ДНК

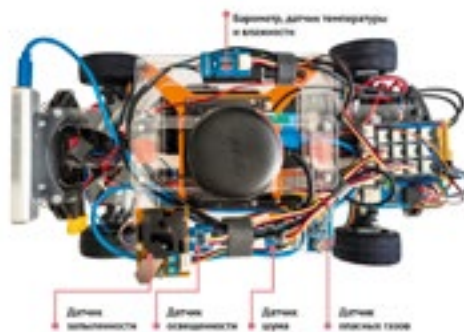
При каждом размножении клеток их хромосомные ДНК укорачиваются с концов. Не будь белка теломеразы, после определённого количества делений клетки бы умирали. А раковые клетки, которые делятся очень быстро, умирали бы первыми. Поэтому вещества, которые подавляют теломеразы, — потенциальные лекарства против рака. Учёные из ИБМХ и РУДН совместно с коллегами из Университета Танта (Египет), сканируя несколько кандидатов, нашли вещество (названное пока 36b), которое лучше остальных проникает в раковые клетки, подавляет работу их теломеразы и не вредит здоровым.

Исследование проведено на уникальной научной установке «Авогадро».

Беспилотник для экологической разведки

Беспилотная машинка размером 40 на 25 см нужна не для игры, а для важной экологической работы. С помощью лидара и стереокамеры она строит карту помещения, а дальше маленькие датчики снимают показатели температуры, уровня шума, влажности, запылённости и опасных газов.

Прототип малогабаритного автономного транспортного средства разработан в рамках проекта СПбПУ «Человекоцентричные решения и технологии» программы Минобрнауки России «Приоритет-2030».

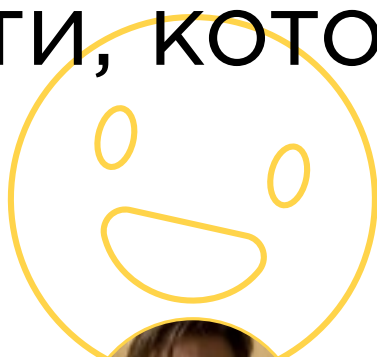
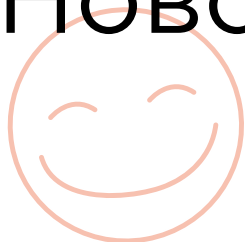


Съешь тарелку — спаси природу

Биоразлагаемый материал на основе отрубей зерновых культур, из которого можно производить съедобную посуду, разработали и запатентовали учёные РЭУ им. Г.В. Плеханова. На вкус посуда как цельнозерновые хлебцы — полезный и диетический продукт. *Разработка создана в рамках стратегического проекта «Предпринимательская среда» РЭУ им. Г.В. Плеханова программы Минобрнауки России «Приоритет-2030».*



Новости, которые нас...



Андрей Константинов, управляющий редактор «КШ»



Никита Лавренов, заместитель главного редактора «КШ»



Варвара Гузий

...обрадовали

В 1870-х годах астроном Джованни Скиапарелли разглядел на Марсе то ли протоки, то ли каналы. Нарисовал карту с сотней протоков, дал им имена. В итальянском canali означает и естественное русло, и искусственное. Но на английский перевели словом canals, применимым только по отношению к рукотворным объектам. Многие поверили в цивилизацию марсиан. Сто лет астрономы рисовали карты с каналами, пока в 1970-х Марс не засняли в высоком разрешении. И не выяснилось, что всё это — и каналы, и протоки — оптическая иллюзия! Я вырос с этим знанием — об иллюзии, жертвами которой стали наивные учёные прошлого.

И вот, ура, мы снова их видим! На фото с орбитальных зондов ясно видны русла высохших рек, их ни с чем не спутаешь — после того, как мы узнали, что на Марсе была вода. Недавно марсоход Curiosity нашёл в кратере Гейла соль, оставленную потоками воды, а Perseverance обнаружил в кратере Езеро модифицированные водой породы. То есть кратер, как и намекает название, был озером.

С водой на Марсе вообще интересно: может, там и жизнь была, может, она и сейчас где-то прячется. Радует и другое: будущее — непредсказуемая вещь. То, что вчера считалось иллюзией, завтра может оказаться реальностью. И наоборот.

...избавили от депрессии

В человеке больше бактерий, чем собственно человеческих клеток. Большая часть бактерий населяет наш кишечник — он как бактериальный мегаполис, и его многомиллиардное население определяет многие аспекты жизни человека. Даже наше настроение может зависеть от бактерий! Российские учёные провели (благодаря гранту РНФ) геномные исследования образцов, извините, кала здоровых людей и людей с диагностированными эмоциональными нарушениями. Сравнение метагеномов (собраний геномов всех организмов в образце) двух групп испытуемых показало, что у людей с нарушениями, как правило, не хватает трёх групп генов: первые связаны с синтезом гормона сна мелатонина, вторые отвечают за синтез ряда регуляторных молекул, третьи — коротких жирных кислот. Как выяснилось, с депрессией коррелирует отсутствие нескольких бактерий в кишечнике: *Faecalibacterium prausnitzii*, *Roseburia hominis* и *Roseburia intestinalis* — их уже прозвали бактериями радости. Это исследование открывает ряд возможностей для клинической практики: с одной стороны, можно разработать экспресс-тесты для диагностики депрессии, а с другой — лечить депрессивные состояния подселением в кишечник бактерий радости.

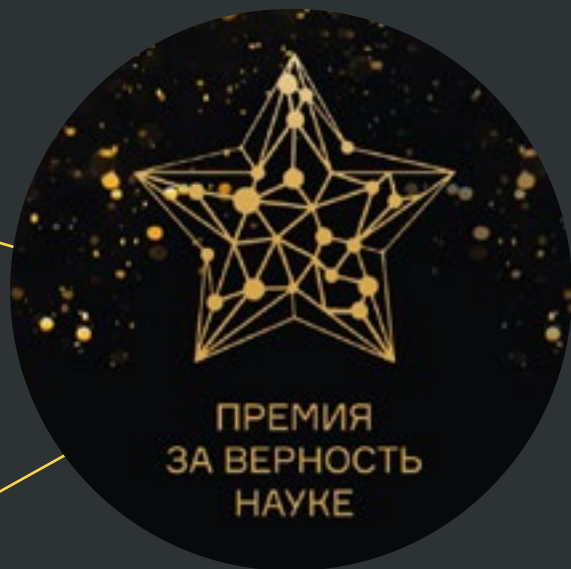
...запутали и распутали

Недавно учёные факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М.В. Ломоносова опубликовали в очень влиятельном журнале PNAS статью о новом виде расчёта вероятности для сложных практических задач, в которых приходится учитывать разного рода ожидания, рейтинги, экспертные опросы. Например, на исход деловых переговоров или просто спор двух людей, кроме прочего, влияют накопленные обиды и недопонимание или, наоборот, стремление обязательно договориться. Для оценки вероятности таких событий используются методы так называемой байесовской статистики. Учёные МГУ применили их и получили оптимальное решение задачи. Оно основано на поиске баланса между позитивными факторами (р-факторы) и негативными (n-факторы). Например, Коту, чтобы принять правильное решение, стоит ли посещать некий заманчивый незнакомый двор, необходимо соотнести рейтинг двора по щедрости жителей на сосиски и рейтинг докучливости местных собак.



Чип, Шпицберген, «Большая железяка» и другие победители

Объявлены лауреаты самой престижной премии для популяризаторов «За верность науке»



В концертном зале «Зарядье» состоялась торжественная церемония вручения VIII Всероссийской премии «За верность науке». Эту награду получают самые яркие популяризаторы и лучшие научные медиапроекты России.

Премия присуждается с 2015 года. Кстати, журнал «Кот Шрёдингера» был в числе первых, кто её получил: буквально через год после начала выпуска мы заняли первое место в номинации «Лучшее периодическое издание о науке». Организатором премии выступает Минобрнауки России, партнёры мероприятия — Российская академия наук, НИЦ «Курчатовский институт» и МГУ имени М.В. Ломоносова. Уже более пяти лет поддержку премии оказывает Благотворительный фонд «Искусство, наука и спорт».

В этом году было подано более 1000 заявок из 75 регионов России. Наибольшее количество — в номинации «Лучший научно-популярный студенческий проект»: 176. Более 130 заявок подано в номинации для молодых учёных — популяризаторов науки «Наука — это модно».

Победители этого года

Номинация:

«Наука — это модно»

Сергей Мерц, кандидат физико-математических наук, сотрудник Объединённого института ядерных исследований, участник мегасайенс-проекта NICA.

Номинация:

«Защита исторической правды»

Книга «Суд народов» Александра Звягинцева о Международном военном трибунале в Нюрнберге. Суд над нацистскими преступниками стал первым в истории опытом осуждения злодеяний государственного масштаба.

Номинация:

«Специальный приз имени Даниила Гранина»

Мультимедийные проекты Информационного агентства ТАСС. Например, проект «Вымершие» посвящён динозаврам, чьи окаменелые останки находили на территории России. А «Вперёд, акванавты!» рассказывает, как в СССР строили дома на дне Чёрного моря.

Номинация:

«Биогенетическое просвещение»

Выставка «Жизнь с вирусами». Организаторы — Политехнический музей и Национальная иммунобиологическая компания.

Номинация:
«Научный журналист года»

Юрий Медведев, заместитель редактора отдела науки и образования «Российской газеты». Юрий — выпускник МИФИ, в «РГ» работает уже почти двадцать лет.

Номинация:
«Наука как искусство»

Выставка фотографий «Наука — это красиво», проведённая НИЦ «Курчатовский институт» при участии Политехнического музея.

Номинация:
«Научный фотограф года»

Игорь Василевич — за серию фотографий, сделанных во время экспедиции на Шпицберген. Игорь — полярник, сотрудник Арктического и антарктического научно-исследовательского института.

Номинация:
«Лучший научно-популярный студенческий проект»

Журнал для молодёжи Московского политехнического университета «Большая железяка».

Номинация:
«Научный режиссёр года»

Юлия Киселёва — за фильм «Чип внутри меня». Этот фильм развеивает мифы о «чипировании» и рассказывает о нейроинтерфейсах и имплантах, используемых в медицине.

Номинация:
«Экологическое просвещение»

Проект гражданской науки «Окружающий мир» Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество».

Номинация:
«Научная пресс-служба года»

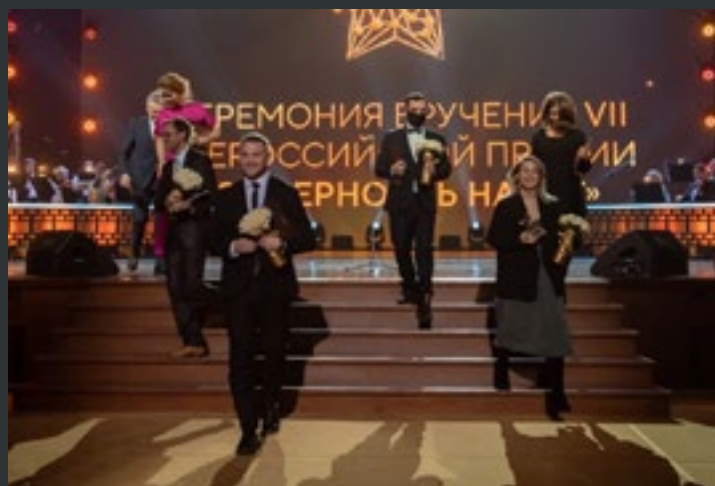
Пресс-служба Томского государственного университета. В 2022 году ТГУ совместно с партнёрами — порталами РИА Томск и tomsk.ru — запустили городское бренд-медиа. На сайте tsu.ru размещают новости не только о деятельности вуза, но и о жизни университетского города в целом, его мероприятиях и проектах.

Специальный приз за популяризацию атомной отрасли (учредитель номинации — Госкорпорация «Росатом»)

Владимир Решетов и его проект «Мир без науки не интересен!». Победитель работает в НИЯУ МИФИ и ГНЦ РФ ТИСНУМ, он эксперт в области атомной отрасли, лазерных технологий и сверхтвёрдых материалов.

Специальный приз за популяризацию космической отрасли (учредитель номинации — Госкорпорация «Роскосмос»)

Проект «Летняя космическая школа» АНО ЦИ «РАДИАНТ» — девятидневная очная программа для разновозрастной аудитории, включающая занятия в виртуальной обсерватории и симуляцию космического полёта.



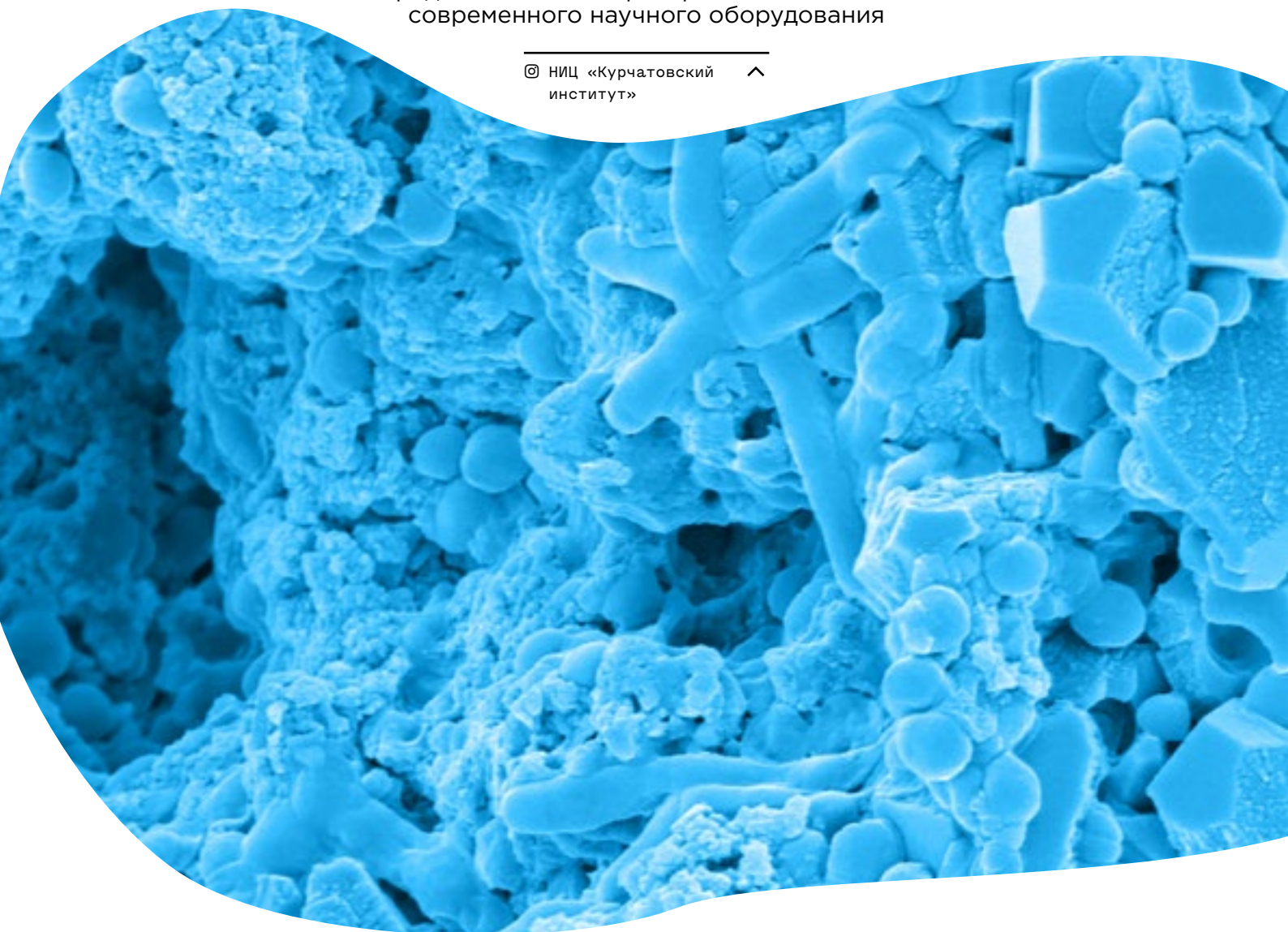
Специальный приз за популяризацию отечественных разработок (учредитель номинации — Госкорпорация «Ростех»)

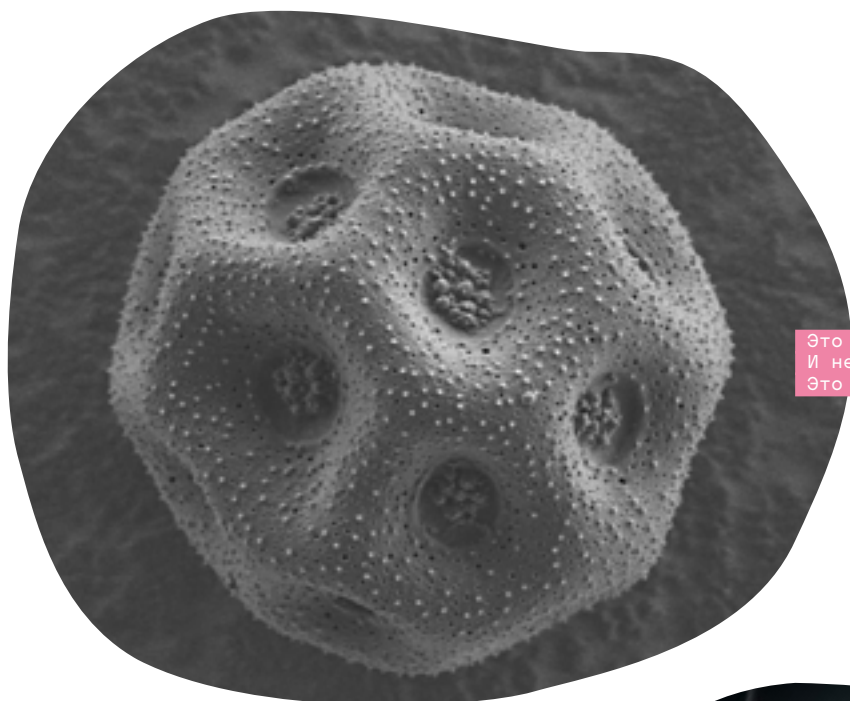
Проект «Чё по науке?». Видеогруппа отдела по связям с общественностью МАИ снимает короткие видеоролики, которые помогают зрителям разобраться в сложных научных процессах и явлениях.

Наука — это действительно красиво

Одним из лауреатов премии «За верность науке» стал проект НИЦ «Курчатовский институт» — выставка «Наука — это красиво». Все представленные на ней изображения были сделаны учёными непосредственно в лабораториях с использованием современного научного оборудования

© НИЦ «Курчатовский институт»





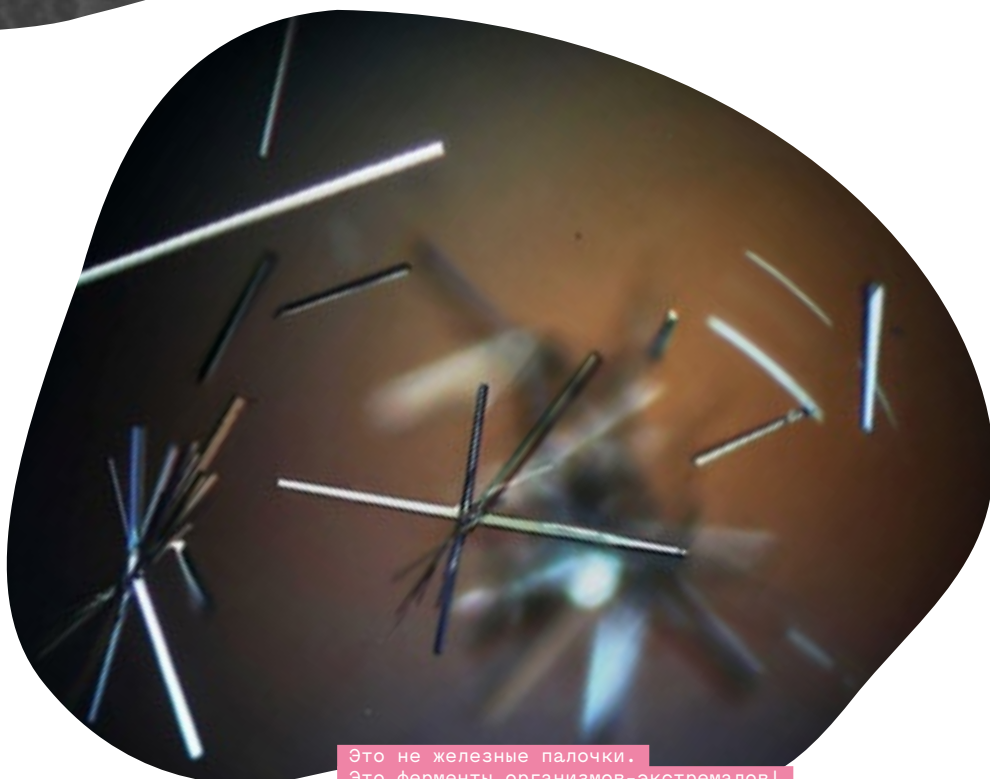
Это не корабль инопланетян.
И не глубоководное животное.
Это мать-и-мачеха!

Некоторые микроскопические объекты имеют интересную, сложную структуру. Другие излучают вредные и очень опасные волны. А третьи просто служат объектами для обучения сотрудников лабораторий методам электронной микроскопии. Так случилось и с этими зёрнами пыльцы мать-и-мачехи – растения, широко распространённого в средней полосе.



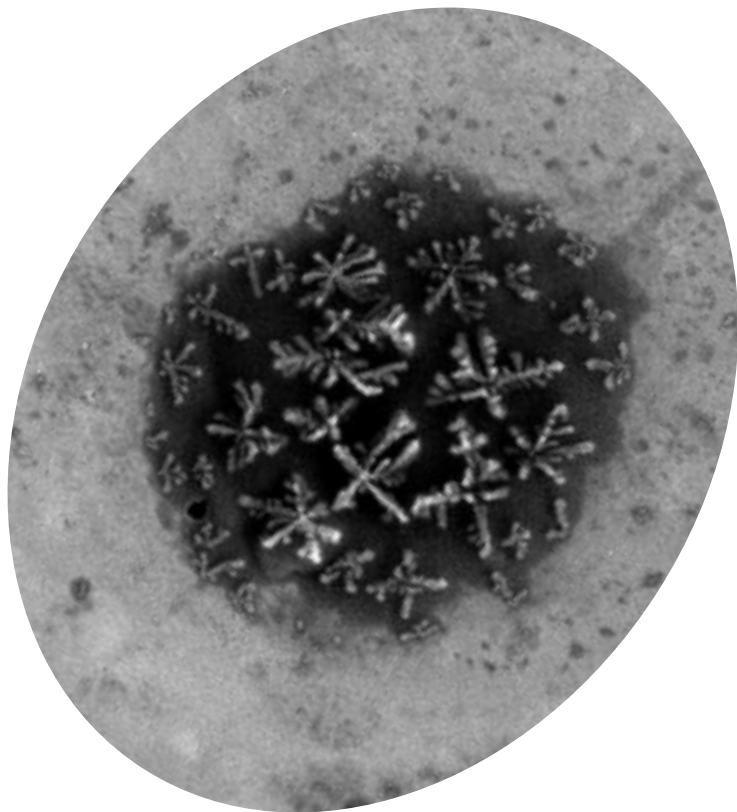
Это не подводная пещера.
Это биоцемент!

Бактерии *Sporosarcina pasteurii*, обитающие в почве, безвредны и распространены почти повсеместно. Учёных привлёк их особый навык – скреплять частицы песка, превращая его в подобие бетона. Специалисты Курчатовского института полагают, что с их помощью можно изготавливать биологически чистые строительные материалы. Например, биоцемент – такой, как на снимке.



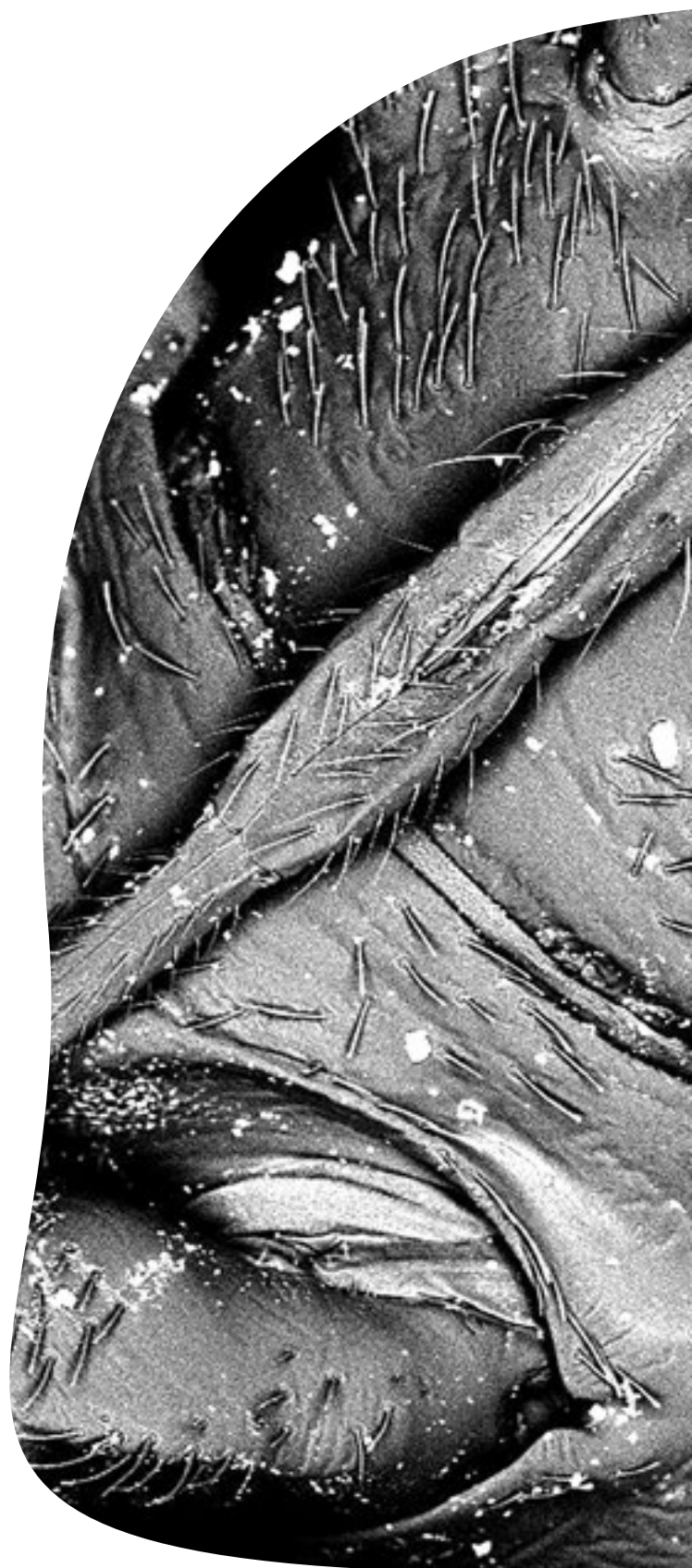
Это не железные палочки.
Это ферменты организмов-экстремалов!

Бактерии и археи умеют поглощать, усваивать и вырабатывать самые разные вещества, причём в сложнейших «условиях труда». Так, архея *Thermoproteus uzoniensis* с комфортом устроилась в камчатских горячих источниках при температуре +85 °С. На снимке видны кристаллы её фермента – ВСАТ-аминотрансферазы, – необходимого для синтеза аминокислот. Его аналоги есть и у других живых существ, но полученный из археи фермент очень неприхотлив и может быть полезен в фармпромышленности.



Это не снежинки на фоне морской пены. Это сталь!

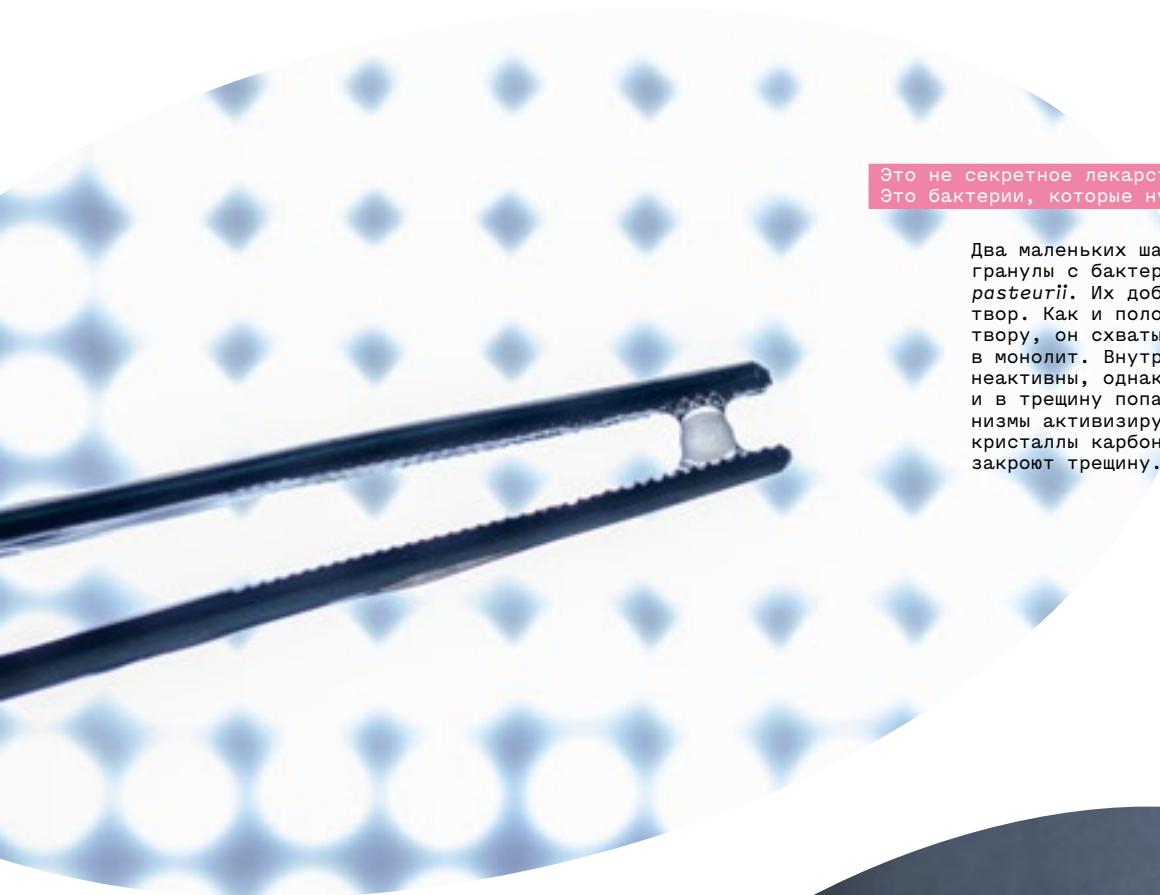
Ещё со школы мы знаем, что превратить мягкое железо в прочную сталь можно, если добавить в сплав углерод. Но есть проблема: из-за такой добавки сталь легко ржавеет, становится склонной к коррозии. А вот добавка хрома превращает сплав в «нержавейку». Нержавеющая сталь устойчива к окислению и высоким температурам, поэтому хорошо подходит для производства деталей энергетических турбин. На снимке видна микроструктура такой стали и кристаллы поваренной соли на её поверхности.





Это не чудовище из фантастического ужастика.
Это органы чувств постельного клопа!

Существо находит себе пищу — человека и других теплокровных животных — с помощью прекрасно развитого обоняния. Снимок головы свежепрепарированного постельного клопа сделали, чтобы рассмотреть его органы чувств и изучить особенности поведения во время поиска еды. На клопе чётко различимы частицы пыли и строительных материалов, захваченные в месте его обитания.

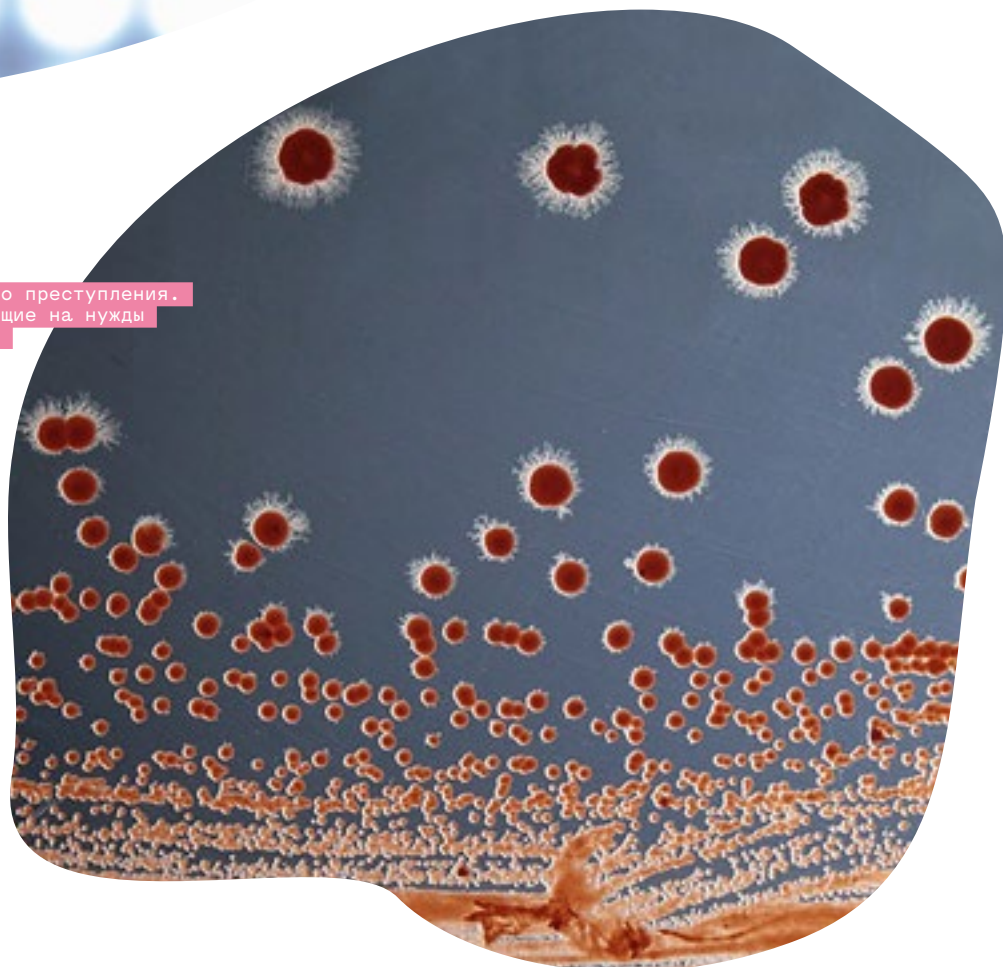


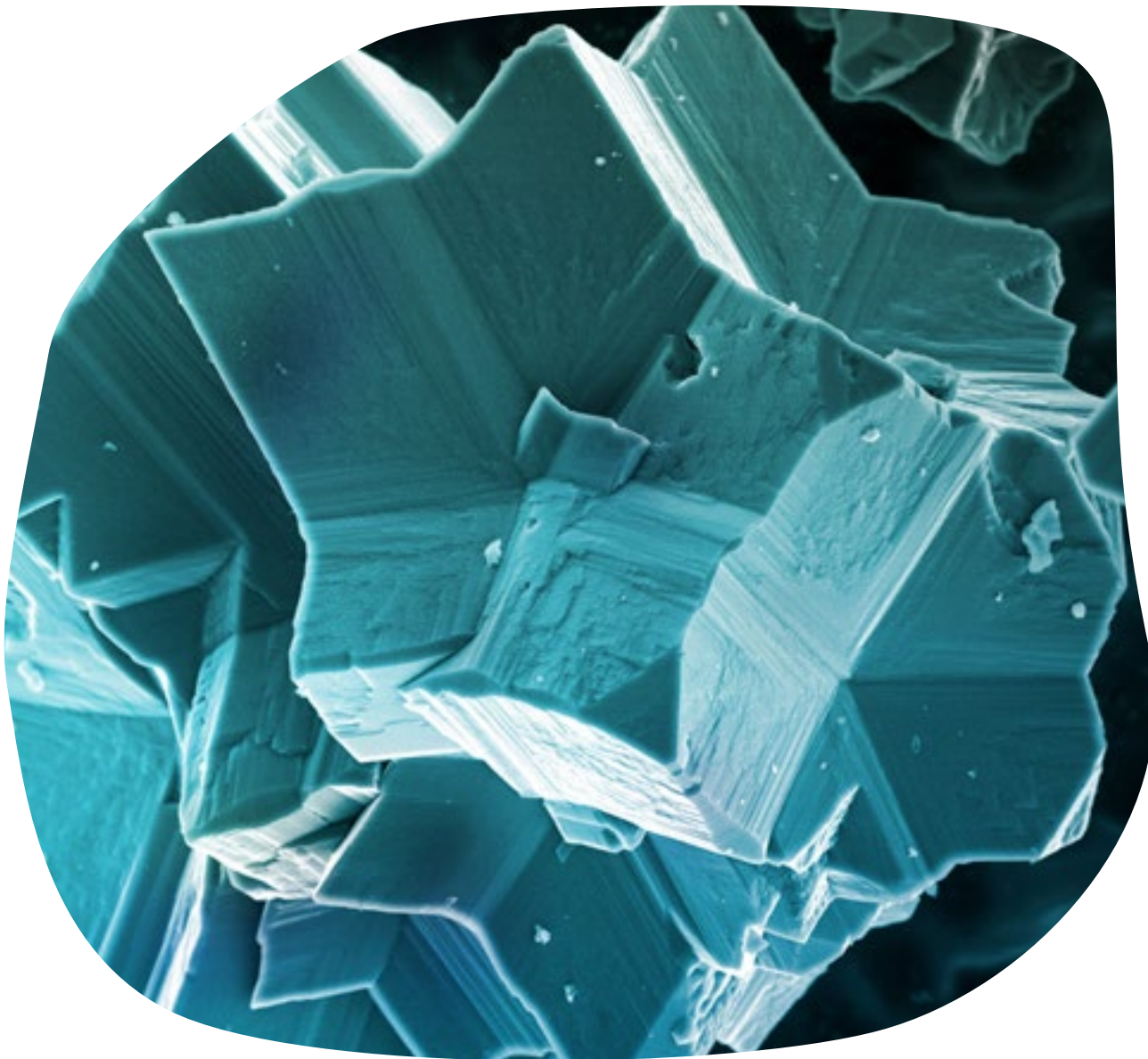
Это не секретное лекарство от всех болезней. Это бактерии, которые нужны бетону!

Два маленьких шарика в пинцете – это гранулы с бактериями *Sporosarcina pasteurii*. Их добавляют в бетонный раствор. Как и положено бетонному раствору, он схватывается и превращается в монолит. Внутри монолита бактерии неактивны, однако если бетон треснет и в трещину попадет вода, микроорганизмы активизируются. Они сформируют кристаллы карбоната кальция и тем самым закроют трещину.

Это не следы кровавого преступления. Это бактерии, работающие на нужды российской экономики!

Бактерии *Rhodococcus rhodochrous* создают сырьё для полимеров, широко используемых в фармацевтике, нефтяной промышленности, для очистки сточных вод и даже для изготовления контактных линз. Кстати, бактерии делают это эффективнее и экологически чище, чем промышленность, которая обходится без микробов.





Это не драгоценные камни.
 Это будущие стенки термоядерного реактора!

Плазма в установке управляемого термоядерного синтеза, токамаке, разогрета до ста миллионов градусов. Контакт со столь горячей субстанцией — нелёгкое испытание для внутренних стенок установки. Они покрыты карбидом бора — это соединение с очень высокой твёрдостью, его частицы видны на снимке. Такое покрытие защищает стенку и другие детали токамака от испарения, а плазму — от загрязнения.

Простые вещи

Три мелка на границе эпох

Производственная драма о смерти, любви и кокколитофоридах



Действующие лица

Директор школы
Завхоз
Первый учитель биологии
Второй учитель биологии
Учительница литературы
Учитель химии
Учитель географии
Другие учителя-предметники
Первый динозавр
Второй динозавр

✎ Михаил Орлов
(Школа научной журналистики им. Кота Шрёдингера)



Пролог

Примерно 66 миллионов лет назад. Конец мелового периода. Тёплое море где-то в центре современной России. На берегу стоят два динозавра и печально смотрят на закат.

Первый динозавр. Ты никогда не задумывался о смысле жизни? Зачем мы пришли в этот мир? Что оставим после себя?

Второй динозавр. Странные ты вопросы задаёшь. У тебя случайно не депрессия? Но не сомневайся: у нас есть миссия. Пройдут годы, мы создадим цивилизацию, откроем школы и университеты, полетим в космос, зарегистрируемся в социальных сетях...

Первый динозавр. Хорошо, мы огромные и умные. А в чём смысл жизни мелких существ, которые миллиардами плавают в океане? Они рождаются, вскоре умирают, а их печальные скелеты так и остаются лежать на дне. Зачем?

Второй динозавр. И у этого есть смысл. Просто мы его ещё не поняли.

В небе в сторону Мексики пролетает метеорит.

Сцена первая и единственная

Декабрь 2022 года. Педсовет в школе. За большим столом сидят учителя. Во главе — директор.

Директор. Уважаемые коллеги, мы с вами уже обсудили проблемы ЕГЭ, ОГЭ, ГИА, ККТ, КТП, ФГОС и ООП. Кажется, темы исчерпаны и можно расходиться.

Завхоз. У меня важный вопрос, наиважнейший!

Директор (вдыхая). Прибить или приклеить?

Завхоз. Почти. У нас на складе осталось три мелка.

А досок для них уже нет, поставили тут мониторов с проекторами. Что с мелками делать?

Директор. Давайте эту малозначимую проблему решим в рабочем порядке.

Первый учитель биологии. Это как же малозначимую?! Проявите уважение! Каждый мелок — это прах миллионов существ, живших миллионы лет назад. Настоящая машина времени! Пройдёмте ко мне в кабинет — возьмём микроскоп, и вы увидите их скелеты собственными глазами. Вашему зрению откроется нагромождение микроскопических раковин, иначе

говоря, их скелеты. Одни напоминают раковины улиток, другие — ажурные сеточки или шарики, покрытые крошечными плитками, третьи — сложные архитектурные конструкции или вообще ни на что не похожи. Вы не представляете, как это красиво!

Директор (*раздражённо*). Представляю, но давайте решим вопрос в рабочем порядке.

Второй учитель биологии. Кокколитофориды!

Директор. Что?!!

Второй учитель биологии. Я обязан уточнить, что мел в основном сложен из остатков кокколитофорид — микроскопических водорослей, которые обладают защитными оболочками, образованными множеством сросшихся круглых пластинок из карбоната кальция. Они называются кокколиты и с лёгкостью отделяются друг от друга — скорее всего, именно поэтому мелом так удобно писать и рисовать. Кокколитофориды в переводе означает «несущие кокколиты», то есть те самые плиточки. Это крошечные микробы, способные к фотосинтезу, — их и сейчас много в морях и океанах.

Директор. Очень хорошо, я за. У вас всё?

Второй учитель биологии. Нет. Фораминиферы!

В микроскопических нагромождениях мела немало и других скелетов — прежде всего ракушек фораминифер, одноклеточных с длинными ложноножками...

Учительница литературы. Выходит, что когда мы писали мелом на доске, то разрушали целые города умерших существ... А у них ножки были ложными... И скелеты, кругом одни скелеты... (*Бледнеет, плачет, падает в обморок.*)

Директор. Какая же вы, милочка, впечатлительная. Есть у кого-то нашатырный спирт? Где учитель химии?

Учитель химии (*берёт в руки мелок*).

О! Карбонат кальция, CaCO_3 собственной персоной. Кстати, тот же состав имеет и известняк, и мрамор, и кальцит. Давайте для начала попробуем растворить наш мел (*кидает мелок в стакан директора*). Видите, ничего не происходит, это вам не поваренная соль или сахар.

Директор (*воодушевлённо*). Точно! Мы забыли обсудить работу школьной столовой!

Учитель химии (*невозмутимо*). Карбонат кальция растворяется с куда большим трудом, но всё-таки в воде он есть, иначе бы не было накипи в чайниках, а фораминиферам и прочим тварям неоткуда было бы брать материал для скелета. Но лучше мы на примере мела рассмотрим одну очень характерную реакцию. Если бросить маленький кусочек в кислоту, мы увидим выделение пузырьков, а именно углекислого газа. Это значит, что более сильная кислота —

может, азотная, а может быть, соляная — вступила с карбонатом кальция в реакцию замещения и вытеснила из соли остаток другой, более слабой кислоты: угольной. При этом стоит отметить, что в мелки, которые используют в школе, добавляют ещё и гипс, то есть сульфат кальция. А это значит...

Директор (*задумчиво*). Гипс... А что у нас со статистикой травматизма среди учащихся?

Учитель географии (*радостно*). По данным статистики, 26,5% всех меловых запасов России приходится на Волгоградскую область, ещё 24% — на Белгородскую, а 11% — на Саратовскую...

Директор (*вкрадчиво*). Я ничего не имею против Саратовской области, но...

Учитель географии (*ещё более радостно*). Мел является органогенной осадочной породой. Пик её накопления пришёлся на меловой период, который начался 144 миллиона лет назад и закончился 65 миллионов лет назад. Это был конец мезозойской эры — времени господства динозавров и прочих огромных рептилий. Климат тогда был засушливым, а лето и зима мало отличались друг от друга. Это способствовало росту и захоронению скелетов микроскопического планктона в морях. Порой толщина слоя чистого мела превышает полкилометра!

Завхоз. Мелок на полкилометра — впечатляет изрядно. Но что с нашими мелками прикажете делать?

Учитель географии (*лучась от радости*).

В промышленности мел используют для изготовления качественной бумаги. Также он применяется в животноводстве в качестве кормовой добавки, а в фармацевтике — как вспомогательное вещество в таблетках...

Директор (*нервно*). Скоро мне самому таблетки понадобятся. Надеюсь, больше никто не хочет высказаться, да?

Учитель физики. Я хотел бы поговорить о силах трения. На примере мелка мы видим...

Учительница литературы (*приходя в сознание*). Корень данного слова имеет старославянское происхождение. Согласно словарю Фасмера, слово «мел» образовано от глагола «молоть» и родственно прилагательному «мелкий». Однако есть версия...

Директор (*решительно*). Предлагаю считать педсовет завершённым! Спасибо, коллеги! Попрошу завуча по воспитательной работе провести важный разговор о пользе мела.

Завхоз. А что с мелками-то делать?

Директор. Отдать детям! Пусть пишут мелом про любовь... ^_^

Тварь номера

ПУЗЫРЧАТКА

Растение размером с бактерию

✎ Никита Лавренов ^

А ещё оно одновременно и хищник, и фермер. На этот раз тварью номера мы выбрали один из незаслуженно малоизвестных плодов акта творения — пузырчатку, которую учёные величественно именуют *Utricularia*.

ДЕЛО № 53

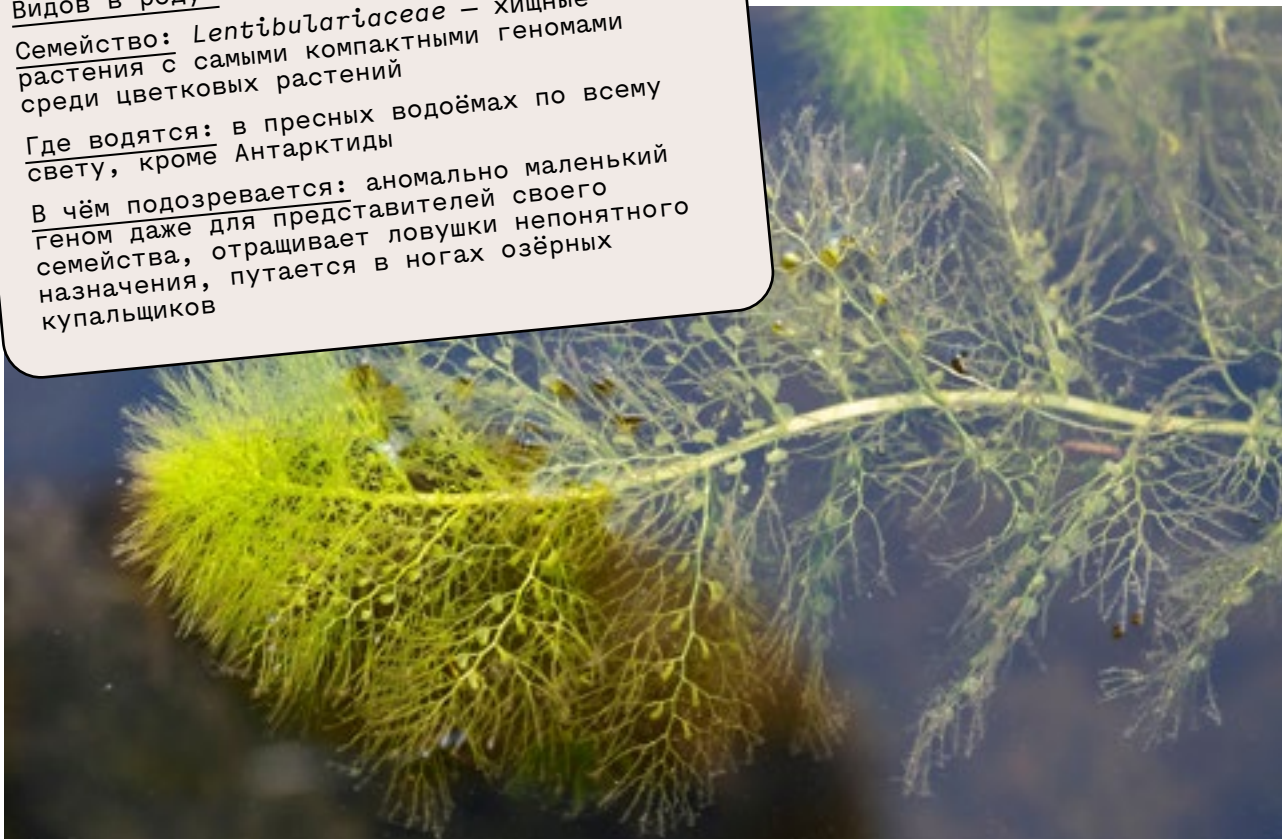
Род: *Utricularia*

Видов в роду: около 230

Семейство: *Lentibulariaceae* — хищные растения с самыми компактными геномами среди цветковых растений

Где водятся: в пресных водоёмах по всему свету, кроме Антарктиды

В чём подозревается: аномально маленький геном даже для представителей своего семейства, отрицает ловушки непонятного назначения, путается в ногах озёрных купальщиков

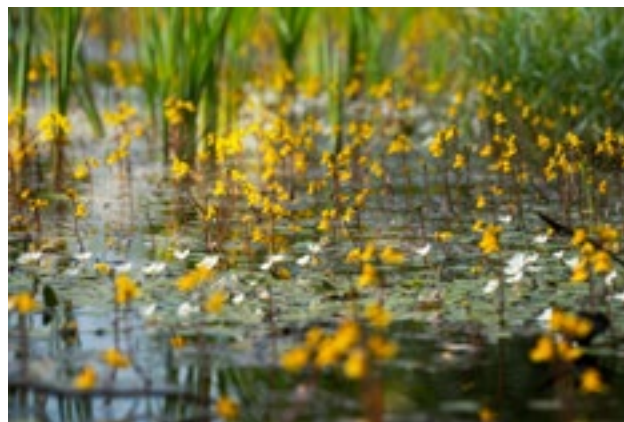


Быть может, вы её даже встречали, купаясь в озере или каком-нибудь старом водохранилище. Быть может, она даже цеплялась за вашу ногу, вызывая неприятные ощущения. И быть может, в такие моменты вы пренебрежительно стряхивали её, называя про себя тиной. А она — *Utricularia*.

Да, будь она размером с бактерию, то вряд ли вызвала бы какие-либо ощущения, зацепившись за ногу. Тут мы слегка, по-журналистски так, преувеличили. Ну, то есть преуменьшили. Не сама она размером с бактерию, а хромосомы у неё такого же размера, как у некоторых бактерий. И в целом на удивление маленький геном — вдвое меньше, чем у растительного модельного объекта биологов *Arabidopsis thaliana*.

В последнее время именно маленьким размером генома — самым маленьким среди известных цветковых растений — пузырчатка привлекает внимание учёных. Оказалось, что это растение с помощью молекулярных механизмов вычищает из своего генома бессмысленные повторы и прочие последовательности, которые молекулярные биологи порой называют «мусорной ДНК». Ещё она активно использует механизм альтернативного сплайсинга — это когда из одного гена можно получить несколько разных белков. То есть пузырчатка не только чистит геном от «мусора», но и эффективно использует его кодирующие последовательности. Некоторые виды избавляются от доставшихся от предков генов, которые нынешним видам уже не нужны. Так, *Utricularia gibba* вымела напрочь многие гены, которые активны только в корнях (у пузырчаток и корней-то нет). Подобная молекулярно-генетическая рачительность, по одной из гипотез, может быть связана со средой обитания пузырчаток. Живут они, как правило, в бедных минеральным питанием водоёмах. А воспроизводство всех этих «бессмысленных» генетических конструкций при каждом клеточном делении (во всех же клетках набор генов одинаков) — излишество, роскошь, лишние траты азота, который можно и сэкономить.

Другое приспособление пузырчатки к минеральной нишете — это пузырьки, по сути, её оружие, настоящие ловчие конструкции. Новоотрощенный пузырёк всегда пуст. Но если его легонечко коснуться, откроется клапан, и внутрь хлынет ток воды, затягивающий с собой всё, что было рядом. Звучит довольно



Геномы большие и маленькие. И средненькие (размер геномов, млн оснований)

Банан райский / <i>Musa paradisiaca</i>	~ 615
Репка огородная / <i>Brassica rapa</i>	~ 519
Резуховидка Таля / <i>Arabidopsis thaliana</i>	~ 135
Пузырчатка горбатая / <i>Utricularia gibba</i>	~ 80
Вороний глаз японский / <i>Paris japonica*</i>	~ 14 9000
— / <i>Encephalitozoon intestinalis**</i>	~ 2,25
Человек разумный / <i>Homo sapiens</i>	~ 3 000

* Самый большой геном среди растений и, кажется, вообще

** Самый маленький геном среди эукариот

● Вот опять, на латыни *Arabidopsis thaliana*, а по-русски — резуховидка Таля. Впрочем, это дословный перевод — «подобный *Arabis*». *Arabis* — ещё один род растений, по-русски — резуха. Если верить словарю Даля, то «резуха» восходит к тому же корню, что «резать», «резной». Видимо, это из-за резной формы листа.

эпично, на самом же деле всё действие происходит в масштабах нескольких миллиметров, что соразмерно диаметру самого пузырька. Такая ловушка нацелена на микроскопическую живность и мелких беспозвоночных. Так пузырчатка заслужила репутацию хищного растения. Но недавно учёные подняли дело и задались вопросом: «Быть может, она не хищник, а фермер?» В редком пузырьке можно увидеть отчаянно бьющуюся за жизнь животину. А вот если посмотреть реальное содержимое — там органические остатки, бактерии, грибы и водоросли, причём в большом разнообразии. Преобладают бактерии и грибы, разлагающие сложные органические остатки до усвояемых растением форм. Встречаются в пузырьках-ловушках и азотфиксирующие бактерии, способные улавливать атмосферный азот, разрушать его прочную тройную связь и переводить в усвояемые растениями формы. Причём в пузырьках атмосфера для столь трудоёмкой биохимической деятельности наиболее подходящая: фермент нитрогеназы — главный в процессе азотфиксации — блокируется кислородом, а в ловушке его мало. Может, пузырёк и правда вовсе не ловушка? ^_^



Наивные вопросы

Есть ли у животных сознание и, главное, как это можно доказать?

*Спрашивает: Георгия Хесровян,
Москва, ТБОУ «Школа № 1547»*

**Отвечает: Жанна Резникова, профессор
НГУ, заведующая лабораторией Института
систематики и экологии животных СО РАН**

На этот вопрос мы отвечаем в рамках когнитивной этологии — науки, исследующей наиболее сложные и гибкие формы поведения животных. Сознание у человека и животных включает внимание, принятие решений и такую чрезвычайно важную вещь, как осознание себя. Этологи пытаются найти у животных это самое осознание себя, то есть ощущение себя как индивидуума, отличного от других.

В 2012 году группа нейрофизиологов и этологов, собравшись в Кембридже, приняла так называемую Кембриджскую декларацию о сознании. В ней говорится, что для того, чтобы иметь сознание, совсем не обязательно иметь кору головного мозга. То есть сознание возникает при разной организации нервной системы: например, у птиц мозг устроен иначе, чем у млекопитающих, у головоногих моллюсков устройство нервной системы вообще совершенно иное, нежели у позвоночных (при этом, согласно декларации, у головоногих моллюсков тоже есть сознание или хотя бы его элементы).

И отдельной строкой говорится, что некоторые животные обладают сознанием практически на уровне человека. Такие, например, как попугай Алекс — почитайте о знаменитых экспериментах и разговорах с ним исследовательницы Айрин Пепперберг.

Как доказать наличие сознания у животных? Изучение этого феномена ведётся уже более 50 лет. Основным методом является

зеркальный тест, выявляющий способность узнавать себя в зеркале и отличать от других. Это направление назвали экспериментальным исследованием самосознания. В психологии подобные тесты использовали давно — выясняли, с какого возраста ребёнок узнаёт себя в зеркале.

Аналогичные исследования на животных, получившие название «маркировочный тест», провёл и описал в 1970 году Гордон Гэллап. На лицо или какую-нибудь часть тела шимпанзе наносили, скажем, губную помаду, и, подойдя к зеркалу, животное начинало её стирать. Обезьяна не пыталась искать зверя за зеркалом — она понимала, что это помада на её собственном лице. Оказалось, что антропоиды (шимпанзе, бонобо, гориллы и орангутаны) проходят маркировочный тест с лёгкостью. Они и в естественных условиях, по свидетельству известного приматолога де Вааля, изучают своё отражение в воде и экспериментируют с ним.

Де Вааль исследовал отношение к зеркалу у капуцинов. Вы знаете, наверное, это забавные обезьянки с таким как бы колпачком из шерсти — умные и очень социальные животные. На своё отражение в зеркале капуцины реагируют не как на постороннего зверька — потенциального товарища по играм или, наоборот, врага. Они относятся к своему отражению как к собрату, выказывая ему знаки внимания как хорошо знакомому члену своей группы. Получается, что капуцины, как и многие другие приматы (и мокроносые, и сухоносые), не проходят классический маркировочный тест, то есть не осознают, что видят в зеркале себя.

В последние годы появилось множество работ, авторы которых использовали зеркальный тест для изучения самосознания у разных видов: от слона до муравья. Кандидатами на успешное прохождение теста являются дельфины, слоны и... сороки, притом что у многих видов птиц (голубей, скворцов, разных видов врановых и попугаев, включая умнейших серых жако) было показано отсутствие такой способности.

Дельфины, если опустить зеркало под воду, собираются вокруг и начинают буквально корчить рожи: высовывать язык, всячески экспериментировать со своим отражением.

Сороки как пример успешного прохождения теста фигурируют в нескольких исследованиях, в том числе в недавно защищённой в МГУ кандидатской диссертации Марии Самулеевой из лаборатории З.А. Зориной. Интересное направление недавно указали авторы работы с макаками-резусами: «не умеешь узнавать себя в зеркале — научим». Но пока солидный критический разбор литературы в этой области, выполненный в 2019 году Гордоном Гэллапом (тем самым автором пионерской работы на шимпанзе)

и Джеймсом Андерсоном, показывает, что адекватно проводить самоидентификацию в зеркале способны только антропоиды. Эксперименты на других видах авторы доказательными не считают, приводя весомые аргументы. Так, один из трёх слонов, успешно прошедших маркировочный тест, при повторных экспериментах его провалил. Однако, как мне кажется, точка в экспериментальном изучении сознания у животных ещё не поставлена — будущее за нейробиологическими исследованиями.





Наивные вопросы

Инопланетяне существуют? Они к нам прилетали?

Спрашивает: *Егор Маркин, Воронеж,*
читатель «КШ»

Отвечает: *Сергей Попов, астрофизик, профессор РАН, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга МГУ*

Начнём с позитивистской установки: у нас нет никаких наблюдательных оснований утверждать, что инопланетяне существуют и тем более — прилетали к нам. Но точно так же нет никаких научных оснований говорить, что жизнь на Земле уникальна и больше её нигде нет.

Представьте, что мы построили модель жизни на Земле, в которой абсолютно уверены. Если бы в этой модели вероятность ключевого события сотворения жизни на Земле, допустим, составляла один к миллиарду, тогда можно было бы утверждать, что жизнь на нашей планете — редкое явление и, возможно, Земля — единственная обитаемая планета в Галактике. А если бы после этого мы поняли, что при наличии жизни шанс на возникновение разумной цивилизации — один к миллиону, то могли бы уверенно считать, что Земля с её ракетами действительно уникальна.

Но всего этого мы пока не знаем, поэтому хочется сказать, что, по всей видимости, жизнь должна быть распространённым явлением в Галактике. Возможно, в ближайшее десятилетие мы получим подтверждение этому для жизни в целом. Про разумную и техническую жизнь сказать гораздо труднее. Важно понимать, что поиски искусственных сигналов из космоса, больших технологических сооружений вроде сфер Дайсона активно ведутся.

Физик Фримен Дайсон предположил, что развитая цивилизация должна создавать вокруг своей звезды оболочки диаметром в десятки и сотни миллионов километров. С их помощью энергия светила будет использоваться более эффективно.

Но пока ничего не нашли. Собирая вместе этот огромный комплекс отрицательных результатов по поиску высокоразвитых технических цивилизаций, мы приходим к известному парадоксу Ферми. И это действительно парадокс, то есть у нас нет ответа, почему Галактика не кишит техническими цивилизациями, почему она не похожа на Вавилон-5. Скорее всего, к нам никто не прилетал. Мы не видим следов технических цивилизаций. Представьте, что вы живёте на малюсеньком райском острове, у вас там кокосы, бананы и химическая лаборатория. Вам не нужно ждать, пока на остров привезут автомобиль, чтобы определить состав воздуха и построить модель, позволяющую оценить количество двигателей внутреннего сгорания на Земле. Всё это вы можете сделать и так. То есть по косвенным признакам можно определить существование и даже оценить



Этот парадокс сформулировал другой великий физик — Энрико Ферми. За миллиарды лет инопланетные цивилизации должны были расселиться по всей Галактике. Но где они? Почему мы не наблюдаем никаких следов разумной внеземной жизни, таких, например, как зонды, космические корабли или радиопередачи? Почему они молчат?



масштаб автомобилестроения в мире. Это более реалистично, чем столкнуться с настоящим автомобилем, гуляя по этому острову.

С поиском инопланетян похожая ситуация. Гораздо проще обнаружить технические проявления материнской планеты, цивилизации настолько мощной, что она послала летающую тарелку, которую мы смогли увидеть. В этом смысле не нужно гоняться за тарелкой, нужно искать «гнездо».

Но, несмотря на целенаправленные поиски и потрясающее развитие обзорно-наблюдательной астрономии, ничего похожего мы пока не обнаружили, а ведь люди очень хотели бы. Важно понимать: если астроном столкнётся с этими проявлениями, он не будет засекречивать, а опубликует результат.

Да, есть много сообщений, что инопланетяне на Землю прилетали, людей зондировали и чёрт-те что с ними делали. Возможно, у них недоступные нам технологии, которые работают на совсем иных принципах. И они ухитрились к нам прилететь, не оставив никаких косвенных следов, и вообще нашими средствами их обнаружить нельзя. Тогда инопланетяне, увы, напоминают чайник Рассела.

Философ Бертран Рассел: «Если бы я стал утверждать, что между Землёй и Марсом вокруг Солнца по эллиптической орбите вращается чайник, никто не смог бы опровергнуть моё утверждение, добавь я предусмотрительно, что чайник слишком мал, чтобы обнаружить его даже при помощи самых мощных телескопов».



Наивные вопросы

Может ли плохое настроение стать причиной болезни?

Спрашивает: *Александра Анисимова, Липецк, гимназия № 12*

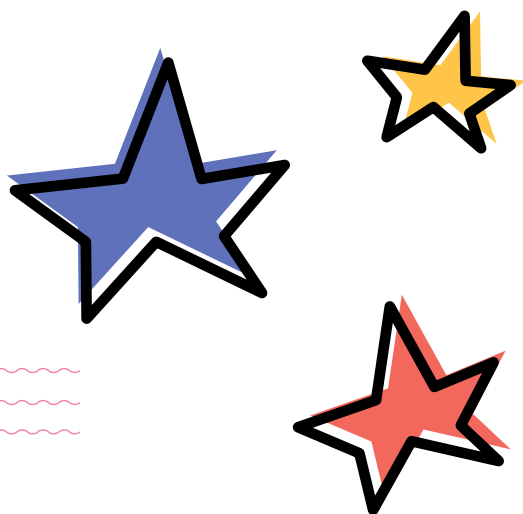
Отвечает: *Наталья Карловская, клинический психолог, кандидат психологических наук, доцент Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского*

Чтобы ответить на этот вопрос, нужно разобратся в причинно-следственных связях. Да, заболевания тела и душевное состояние человека связаны. Если человек болен, у него ухудшается настроение: сложно радоваться жизни, когда сильно болит горло. А вот обратная зависимость гораздо сложнее. Изучением этой проблемы занимается целая дисциплина внутри клинической психологии — психосоматика. В России она считается молодой. Медицина в целом исходит из того, что болезни вызывают в первую очередь внешние факторы, такие как вирусы, питание, экология. Про что-то менее явное, в частности эмоции, говорится в разы меньше. Хотя в последнее время ситуация начала меняться.

Итак, разберёмся, что такое «плохое настроение». Прежде всего это изменение биохимии организма. Эмоции — «ворота органов»: они заявляют себя через тело, отзываясь в нём. Иногда человек переживает их явно. Например, при тревоге или страхе у многих учащается сердцебиение, кого-то подташнивает. Ответственны за это нейромедиаторы — активные химические вещества, с помощью которых нервные клетки посылают импульсы к мышцам и тканям организма. Вы, наверное, знаете некоторые из них: дофамин, адреналин, серотонин и другие. Иногда их называют проводниками эмоций, именно они наделяют эмоции физическими свойствами.



В каждой ткани есть рецепторы, которые реагируют на эти вещества. Кстати, их очень много в тонком кишечнике, поэтому выражение «чую нутром» имеет вполне научные истоки. Каждый орган способен принять определённое количество нейромедиаторов, соответствующее норме или немного больше. Но когда их становится слишком много (или, наоборот, мало), слаженная система нарушается. Сначала на уровне биохимии, однако в организме всё связано, а значит, вскоре могут последовать и структурные изменения.



То есть если человек долгое время подвергался серьёзному стрессу или пережил большое горе, вряд ли обойдётся без последствий. В художественной литературе мы встречаем фразы вроде «умер от горя» или «зачах от тоски» и обычно относимся к ним как к художественному преувеличению, однако всё это начинает играть новыми красками, если знать научную сторону вопроса.

Похожие последствия вызывают и эмоции агрессивного спектра: гнев, раздражение, обида. Когда мы их испытываем, организм работает более интенсивно: нейромедиаторы заставляют сосуды сужаться, повышая кровяное давление. Это называется гемодинамической реакцией. Сосуды — система, готовая взять на себя многое, но даже она даёт сбой. Гипертония и ишемическая болезнь сердца — возможные последствия частых всплесков гнева или длительной враждебности.

Звучит всё это страшновато. Возникает вопрос: что делать? Неужели, чтобы оставаться здоровым, нужно перестать испытывать сильные эмоции? Конечно нет! Важно, чтобы переживания не были избыточно длительными или чрезмерно интенсивными. Для этого

полезно знать, что не эмоции управляют нами, а наоборот. Великий стоик Эпиктет говорил, что людей расстраивают не факты, а то, как они их воспринимают. Мы не всегда можем повлиять на внешние события, но в нашей власти изменить отношение к ним и обрести внутреннюю свободу. Поэтому, чтобы не подвергать себя риску ухудшения самочувствия из-за долгого пребывания в плохом настроении, мы можем либо влиять на биохимию мозга с помощью лекарств, либо проанализировать своё отношение к происходящему и начать делать то, что действительно важно, — или пересмотреть значимость этого события. У мудрецов не бывает плохого настроения.



Наивные вопросы

Сможем ли мы когда-нибудь договориться о мире с вирусами?

Спрашивают: ученики школы № 547, Москва

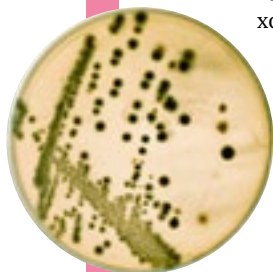
Отвечает: Андрей Летаров, микробиолог, доктор биологических наук, профессор МГУ, заведующий лабораторией вирусов микроорганизмов Института микробиологии им. С.Н. Виноградского ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН.

Вообще-то, бóльшая часть вирусов и так живёт с нами в мире, если так можно назвать конструкцию «мы не думаем о вас плохо, мы о вас вообще не думаем».

Вирусы взаимодействуют практически со всеми живыми существами на планете и, как оказывается, далеко не всегда им вредят. Если говорить о бактериях и археях, вирусы которых (особенно бактериальные) количественно доминируют на планете,

то для них представление, что вирусы — естественные враги своих хозяев, давно устарело. Скорее, это такие заклятые друзья. В мире вирусов, заражающих микроорганизмы, описана масса взаимодействий, которые бывают выгодны обеим сторонам. Так, например, модели пищевых цепей в океане не сходились до тех пор, пока не начали учитывать вирусную инфекцию. До начала 90-х годов прошлого века считалось, что в океане вирусов очень мало. Потом выяснили, что их там раз в десять больше, чем клеток других организмов, и это в основном микробные вирусы. И вот когда воздействие вирусных атак на бактериальные популяции океана было в общих чертах изучено и учтено в соответствующих математических моделях, оказалось, что разнообразие и активность бактерий в океане были бы меньше, если бы вирусы на них не нападали. Потому что вирусы там выполняют роль

той самой щуки, которая существует, чтобы карась не дремал, или, лучше сказать, этокого молекулярного Робин Гуда, которые перераспределяют органику от более успешных популяций к менее успешным, ограничивая конкуренцию, но при этом увеличивая разнообразие. В мире бактерий нельзя говорить о «войне» между бактериями и вирусами, хотя бывают крайне напряжённые ситуации. А вот отношения людей с вирусами кажутся мне скучноватыми, потому что в этом случае проще говорить о какой-то победе, нежели о договорённости. Сможем ли мы когда-нибудь окончательно решить проблему серьёзных вирусных заболеваний? Наверное, да, поскольку есть заметный прогресс в разработке противовирусных средств. И в итоге мы приближаемся к тому миру, который наступает после войны, когда одна сторона победила. Можно ли сделать так, чтобы наш организм был полностью безразличен любым вирусам? Ну... Есть такие футуристические концепции: перенести часть личности в техногенное виртуальное пространство, превратиться в кибернетические существа и т. д. Тогда да, мы не будем подвержены инфицированию биологическими вирусами. Правда, там могут быть свои вирусы, но это уже выходит за рамки моей компетенции, я не компьютерный учёный.



Московский
университет —
старейший
в России



270.msu.ru

Знако С НЕАНДЕР

✎ Андрей Константинов ^

В палеоантропологии происходит настоящая революция, и всё благодаря развитию методов анализа генома. Открытия палеогенетиков заставили учёных пересмотреть научное предание о предыстории человечества и о наших таинственных братьях — неандертальцах. В недавнем исследовании геномов 13 сибирских неандертальцев

МСТВО

ТАЛЬЦАМИ

рассказывается уже не только об их анатомии и физиологии, но и о жизни их семей, об общественном устройстве. Эти открытия проливают новый свет и на главные загадки неандертальцев: куда они подевались и почему в наших генах есть следы скрещивания с неандертальцами, а в их геномах следов скрещивания с сапиенсами нет.

Реабилитация неандертальцев

Вот как описывал неандертальца сто лет назад великий Герберт Уэллс: «Он был покрыт густой шерстью, уродлив с виду или даже омерзителен в своём непривычном для нас облике, с покатым и низким лбом, густыми бровями, обезьяньей шеей и коренастой фигурой».

Но вместе с научным преданием о преыстории человечества радикально менялась и традиция изображения неандертальцев: теперь их рисуют светлокжими красавцами с рыжей шевелюрой. Обычно они смотрят куда-то вдаль, мудро и немного грустно (вымерли ведь).

Столь же радикально изменилось и отношение просвещённого человечества к духовному миру неандертальцев. Раскопки палеоантропологов реабилитировали их интеллект и культуру: были найдены и древнейшие ритуальные очаги, и цветы в могилах, и костяные флейты (тут, правда, стопроцентной уверенности пока нет, как и с неандертальскими рисунками), установлено использование краски (раскрашивали себя красной охрой) и клея, которым искусно обработанные каменные наконечники прикреплялись к древку копья.

В общем, за последние десятилетия неандертальцы совершили настоящий эволюционный скачок от гориллоподобных монстров-каннибалов до высококультурных интеллектуалов, которых наши жестокие предки по своему обыкновению подвергли геноциду и 40 тысяч лет назад уничтожили окончательно. А они лечили больных. Хоронили мёртвых. У них были представления о загробном мире, неплохие каменные и костяные инструменты. Да и вообще объём их мозга существенно превышал наш. А мы...

Постойте, а не переносим ли мы отношение западной культуры к коренным народам на совсем не подходящий для этого материал? Здорово, конечно, что учёные стремятся отказаться от привычки видеть в чужаках монстров, как это было принято во все времена (правда, вакантную роль варваров и чудовищ тут же занимаем мы сами — без злодеев интересной истории не рассказать). Это часть большого тренда на гуманизацию в современной культуре. Гуманизируют не то что неандертальцев — даже динозавры уже совсем не те чешуйчатые монстры, которых мы так любили в детстве. Для нынешних детишек они пушистые, теплокровные, социальные — всё более походят на птичек, теряют брутальность, обретают миловидность и хорошие манеры.

Но что всё-таки произошло на самом деле? Виновны ли мы в истреблении своих «двоюродных братьев»?

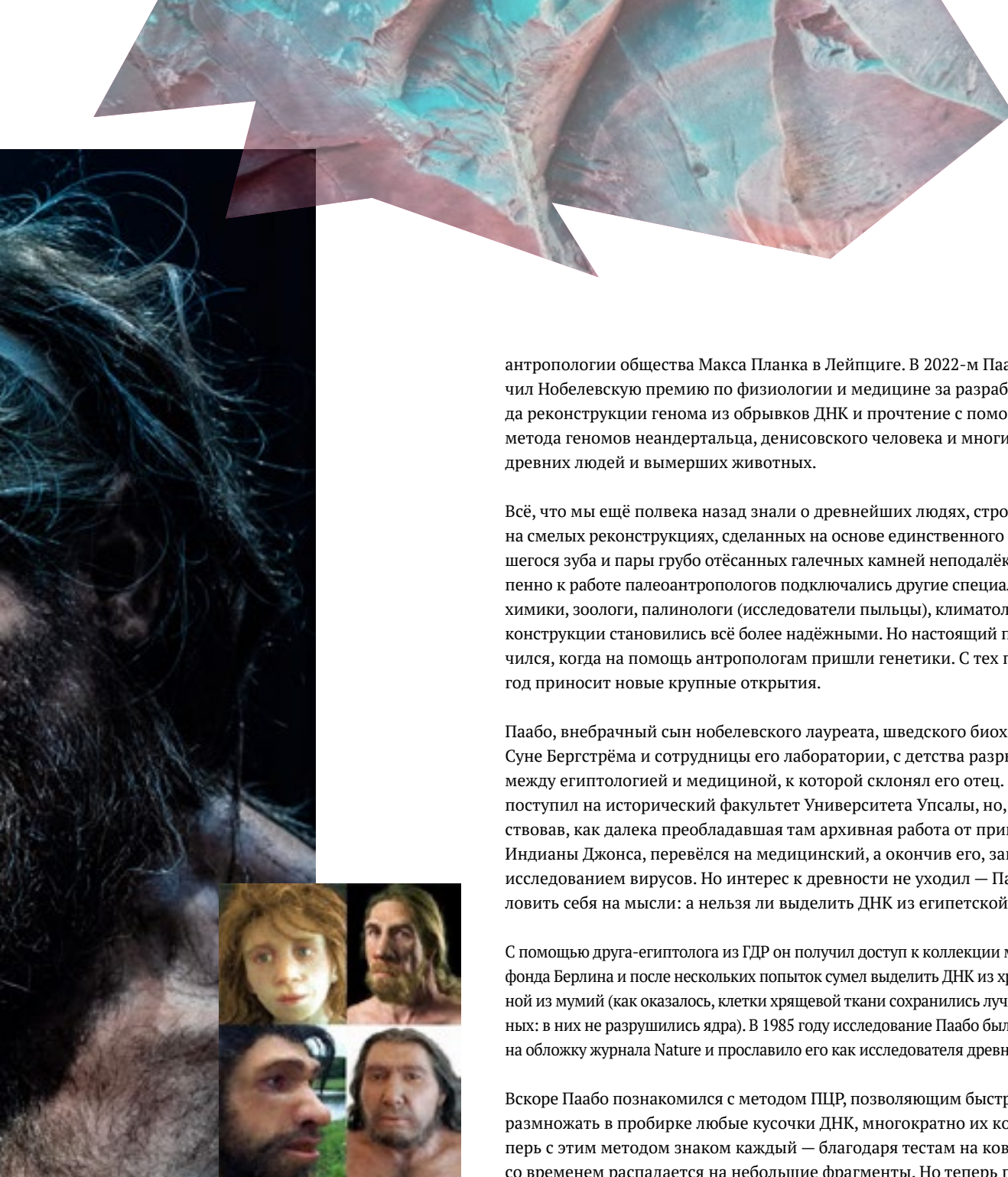


В игру вступает Сванте Паабо

В последние годы наши знания и фантазии о неандертальцах быстро обрастают подробностями благодаря достижениям генетики и биоинформатики.

И прежде всего, они нам больше не двоюродные братья. Неандертальцы — наши предки, в ДНК современного человека европейской внешности 2–4% генов неандертальские.

Человечество обрело новых предков ещё в 2010 году благодаря легендарному создателю палеогенетики Сванте Паабо из Института эволюционной



Неандерталец из Музея естественной Истории Лондона и недавние реконструкции облика неандертальцев, сделанные на основе костных остатков

антропологии общества Макса Планка в Лейпциге. В 2022-м Паабо получил Нобелевскую премию по физиологии и медицине за разработку метода реконструкции генома из обрывков ДНК и прочтение с помощью этого метода геномов неандертальца, денисовского человека и многих других древних людей и вымерших животных.

Всё, что мы ещё полвека назад знали о древнейших людях, строилось на смелых реконструкциях, сделанных на основе единственного сохранившегося зуба и пары грубо отёсанных галечных камней неподалёку. Постепенно к работе палеоантропологов подключались другие специалисты: химики, зоологи, палинологи (исследователи пыли), климатологи — реконструкции становились всё более надёжными. Но настоящий прорыв случился, когда на помощь антропологам пришли генетики. С тех пор каждый год приносит новые крупные открытия.

Паабо, внебрачный сын нобелевского лауреата, шведского биохимика Суне Бергстрёма и сотрудницы его лаборатории, с детства разрывался между египтологией и медициной, к которой склонял его отец. В итоге поступил на исторический факультет Университета Упсалы, но, прочувствовав, как далека преобладавшая там архивная работа от приключений Индианы Джонса, перевёлся на медицинский, а окончив его, занялся исследованием вирусов. Но интерес к древности не уходил — Паабо стал ловить себя на мысли: а нельзя ли выделить ДНК из египетской мумии?

С помощью друга-египтолога из ГДР он получил доступ к коллекции музейного фонда Берлина и после нескольких попыток сумел выделить ДНК из хряща уха одной из мумий (как оказалось, клетки хрящевой ткани сохранились лучше мышечных: в них не разрушились ядра). В 1985 году исследование Паабо было вынесено на обложку журнала Nature и прославило его как исследователя древней ДНК.

Вскоре Паабо познакомился с методом ПЦР, позволяющим быстро и дёшево размножать в пробирке любые кусочки ДНК, многократно их копируя (теперь с этим методом знаком каждый — благодаря тестам на ковид). ДНК со временем распадается на небольшие фрагменты. Но теперь появилась возможность их быстро размножить и легко прочитать.

С помощью этого метода Паабо успешно реконструировал фрагменты ДНК нескольких вымерших животных, например мамонта и плейстоценовой лошади. Прочсть записи в ДНК древних людей оказалось проблематичнее: главной трудностью было не перепутать древние кусочки ДНК с похожими на них обрывками ДНК самого исследователя. Началась многолетняя борьба за идеальную чистоту и стерильность в лаборатории. Когда прочитано много отдельных фрагментов древней распавшейся ДНК, можно переходить к следующему этапу: найти кусочки с совпадающим генетическим текстом, наложить их друг на друга и восстановить ДНК целиком, как пазл.

О чём рассказали гены

В конце 1990-х Паабо удалось выделить из костей неандертальца и реконструировать митохондриальную ДНК. Это проще: она намного короче нашей главной ДНК в ядре клетки (митохондрии, энергетические станции клетки, когда-то были отдельными микроорганизмами и с тех пор сохранили собственную маленькую ДНК). А в 2010-м, после четверти века исследований, Паабо наконец добился огромного успеха — опубликовал последовательность генома неандертальца. Вскоре эти данные начали менять научное предание: мы узнали, что неандертальцы не тупиковая ветвь эволюции, в геноме любого человека, кроме коренных африканцев, есть около 2% доставшихся от них «записей». Сравнивая найденные в разных местах ДНК, мы всё больше узнавали о миграциях древних людей. Например, стало понятно, что первые неандертальские гены наши предки получили не в Европе, а ещё на Ближнем Востоке около 70 тысяч лет назад, как только вышли из Африки.

Чтобы узнать больше, Паабо искал всё новые кости и выделял из них ДНК. Среди них оказалась крохотная косточка, полученная от археологов Сибирского отделения РАН, — её нашли в Денисовой пещере. Полгода она лежала без дела и ждала своей очереди. А когда из неё выделили ДНК, оказалось, что полуистлевший кончик мизинца принадлежал девочке совершенно неизвестного нам антропологического типа.

Вскоре весь мир услышал о Денисовой пещере и населявших её денисовцах — людях ещё более таинственных, чем неандертальцы. Впрочем, с каждым годом мы и о них узнаём всё больше. Анализ ДНК показал, что, в отличие от светлокожих и часто рыжих неандертальцев (это от них нам достались «гены светлокостости»), у денисовцев были карие глаза, смуглая кожа и тёмные волосы. Некоторые из них были приспособлены к жизни в условиях высокогорья (эти гены позаимствовали тибетцы). Оказалось, что общие предки неандертальцев и денисовцев вышли из Африки около 600 тысяч лет назад, а потом разделились: предки неандертальцев двинулись в Европу, переднюю Азию и на юг Сибири, а денисовцы стали постепенно заселять Юго-Восточную Азию и Океанию. В геномах многих народов этого региона есть следы ДНК денисовцев, до 7%. Денисова пещера — самый север их ареала.

В XX веке эволюцию человека представляли как линейный процесс: на входе брела на задних лапах полусогнутая обезьяна, схватившая палку, а на выходе уверенно и гордо выступал белый мужчина. Теперь же получается, что в древности Земля напоминала мир «Властелина колец», полный орков, эльфов, гномов — альтернативных вариантов человека. Но по тем или иным причинам все они вскоре после прихода сапиенсов исчезли: то ли вымерли, то ли были ассимилированы.

Анализ ДНК останков ещё одной девочки из Денисовой пещеры показал, что Денни — дочь отца-денисовца и матери-неандерталки. Если одна из нескольких случайно найденных косточек принадлежит метису, то, вполне вероятно, такие дети были обычным делом. А когда выяснилось, что отец девочки не простой денисовец, а тоже имеет неандертальцев в роду, вероятность превратилась в уверенность: смешанные браки между денисовцами и неандертальцами в те времена никого не шокировали.

Становится понятно, почему Паабо предпочитает называть неандертальцев и денисовцев не другими видами людей, а другими популяциями — так, опять же, гуманнее получается. Эти популяции встречались, воевали и поедали друг друга, обменивались технологиями и неоднократно скрещивались. А результатом этих контактов стали мы, современное человечество. Хеппи-энд.

Раскопки в Денисовой пещере



Тайна неандертальцев

Год назад в журнале Nature вышла последняя из громких статей, написанных всё той же коллаборацией сотрудников Института археологии и этнографии Сибирского отделения РАН во главе с Анатолием Деревянко и лейпцигского Института эволюционной антропологии общества Макса Планка, где работает Сванте Паабо. Они использовали новый метод, приобретающий всё большую популярность в археологии, палеонтологии и палеоантропологии: ДНК научились добывать и читать без всяких костей, прямо из почвы. Причём число образцов человеческой ДНК, взятых из грунта, оказывается на порядки выше того, что исследователи получали из костных останков. Любая почва заполнена распавшимися на мелкие фрагменты остатками ДНК огромной массы организмов, от бактерий до археологов. Проблема была в том, как отделить куски ДНК древних людей от всех прочих. В 2010-е это научились делать. И вот четыре года назад из осадочных пород Денисовой пещеры Паабо удалось достать и проанализировать ДНК древних людей — оказалось, около 45 тысяч лет назад там жили и сапиенсы, и денисовцы, и неандертальцы. Неизвестно, правда, собирались ли они у костра, чтобы обменяться товарами и технологиями, или отвоёвывали друг у друга пещеру. Вполне вероятно, было и то и другое.



«Когда мы опубликовали последовательность неандертальского генома, стало поступать огромное количество писем, в которых люди писали, что они неандертальцы, и предлагали сдать кровь для исследований. Неандертальцами всегда ощущали себя мужчины. Женщины же писали, что неандертальцами являются их мужья» (Сванте Паабо).

Мы встречались с Паабо на научной конференции, которую РАН проводила у Денисовой пещеры, раскрывшей огромную чёрную пасту над ущельем между двух гор. Одну археологи называют Дедка (на вершине вырисовывается бородатый профиль, смахивающий на Карла Маркса), другую — Бабка (в ней пещера). В ущелье протекает река Ануй, в долине и по склонам гор разбросано множество уютных деревянных домиков с электричеством и отоплением — это крупнейший в России археологический стационар «Денисова пещера».

— Мы пока знаем только одну точку на Земле, где три разные эволюционные ветви людей жили рядом в одно и то же время. Это Денисова пещера, — сказал Сванте.

Но идиллической картины межплеменных контактов с последующим скрещиванием не получается: неандертальская кровь течёт в наших жилах, текла и в жилах денисовцев, но в геномах самих неандертальцев нет следов ни генов сапиенсов, ни генов денисовцев.

Как так вышло?

Неандертальская семья

К счастью, в Южной Сибири не одна пещера с неандертальцами!

Первый фрагмент кости неандертальца в Чагырской пещере на Алтае был обнаружен в 2010 году. За 12 лет в ходе раскопок их обнаружено уже около восьмидесяти. Большая их часть с сохранившейся ДНК была подвергнута генетическому анализу. На основании этой информации Паабо и другие учёные собрали 11 полных геномов неандертальцев, сезонно проживавших в Чагырской пещере довольно тесным кланом. Ещё два генома удалось прочесть благодаря останкам, найденным в расположенной неподалёку пещере Окладникова. До этого во всём мире прочитали 18 неандертальских геномов, а тут сразу 13 новых!

Когда все 13 геномов проанализировали, выяснилось, что найденные останки костей принадлежали людям, жившим в одно и то же время (54 тысячи лет назад). Более того, часть из них приходилась друг другу

родней. Самыми близкими родственниками в неандертальской общине Чагырской пещеры оказались отец и дочь-подросток, были и тётя с племянником (или, может быть, бабушка с внуком).

— Из 25 костных фрагментов, в которых сохранилась древняя ДНК, получилось выделить 17 качественных геномов. Как выяснилось, они принадлежали 13 индивидам, — рассказывает руководитель раскопок в Чагырской пещере, доктор исторических наук, главный научный сотрудник Института археологии и этнографии СО РАН Ксения Колобова. — Замечательно, что наши немецкие коллеги, анализируя древнюю ДНК, могут определить не только возраст или пол, но и принадлежность конкретному индивиду. Так мы узнали, что найдены три фрагмента — молочный зуб, коренной зуб и фаланга пальца — одного человека.

Оказалось, что у сибирских неандертальцев очень низкий уровень генетического разнообразия. Он гораздо меньше, чем у любой, даже изолированной группы современных людей (а ведь считалось, что это у нас сверхнизкое разнообразие — через бутылочное горлышко в своё время проходили). Если судить по этому критерию, размер всей обменивающейся генами популяции неандертальцев на юге Сибири сравним с размерами групп вымирающих видов, таких как горные гориллы, которых всего около тысячи. В популяциях европейских неандертальцев генетическое разнообразие побольше, но всё равно, согласно современным оценкам, на всей огромной территории Евразии неандертальцев проживало лишь около 10 тысяч человек.

Видимо, на юге Сибири их было совсем немного, как и контактов между группами: каждая семья контролировала большие охотничьи угодья. Неандертальцы охотились на горных козлов, лошадей, бизонов и других животных, мигрировавших по долинам рек, в которые выходят эти пещеры. Исследователи пришли к выводу, что неандертальцы жили родственными группами по 10–20 человек. Что, кстати, неудивительно для охотников-мясоедов, занимающих вершину пищевой пирамиды в северных лесах. Две соседние семьи могла разделять сотня километров.

Может, поэтому они так быстро исчезли после встречи с сапиенсами? По данным другого недавнего исследования, наше сосуществование на одной территории длилось лишь 2–3 тысячи лет. Маленькие группы легко уничтожить, вытеснить или интегрировать. Современные сапиенсы, сохранившие первобытный образ жизни где-нибудь в лесах Амазонии, живут группами по 150–200 человек. Возможно, неандертальцы просто растворились среди более многочисленных пришельцев-сапиенсов.

Наши предки не неандертальцы, а неандерталки

Выяснили и другую очень интересную вещь: разнообразие «мужской» Y-хромосомы в этих группах ещё меньше, чем разнообразие геномов. Зато анализ митохондриальной ДНК, передающейся только по материнской линии, показал гораздо более разнообразную картину. Математическое моделирование с применением этих данных привело учёных к выводу, что женщины, достигшие половой зрелости, переходили из клана в клан, а мужчины оставались.

— Вполне возможно, так и появилась на свет девочка Денни (та самая дочь отца-денисовца и матери-неандерталки. — «КШ»), — предполагает Ксения Колобова. — Возможно, её мать была родом как раз из Чагырской пещеры, до неё не так далеко.

Получается, неандертальские семьи обменивались невестами, которые, вероятно, играли ключевую роль в налаживании связей между разными сообществами-семьями. Такой тип семейного уклада — патрилокальность — встречается и у современных охотников-собираателей.

Этот обычай был очень важен для выживания — по данным исследований, в геномах неандертальцев к тому времени уже накопился изрядный груз последствий близкородственных браков.




Кто знает, может, этот неандертальский обычай отправлять девушек за пределы семьи и послужил причиной того, что у нас есть их гены, а наших у них не было? Неандерталки искали случай оставить семью и охотно заводили отношения с пришельцами, а у сапиенсов не возникало желания прибиться к чужакам... Возможен и другой вариант: в отличие от пар сапиенсов с неандерталками, пары сапиенсов с неандертальцами были бесплодны. Ведь между популяциями имелось уже много генетических расхождений, какое-то из них могло мешать.

Палеоантропология стремительно обогащается всё новыми знаниями благодаря генетике и биоинформатике — будем надеяться, что скоро учёные найдут более точные ответы на многие вопросы. А на сегодняшний день это самое большое исследование неандертальских ДНК и первое, позволяющее судить о структуре их общества. Разве не удивительно, что сравнение геномов может дать информацию не только о физических характеристиках наших далёких предков, но и об их обществе, об отношениях между ними?! ^_^

Комментарий у Ксении Колобовой брала Марина Роговая.



Вид на звёзды изнутри Андырчи

 Виталий Лейбин 
 Виталий Лейбин

Баксанская нейтринная обсерватория Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН) находится в сердце Кавказа недалеко от горы Эльбрус и врезается внутрь скалы на четыре километра. Это первая и одна из двух ныне существующих больших подземных обсерваторий. Вот уже почти полвека в ней добывают удивительные знания о Вселенной и физике частиц.



Установка «Ковёр», что под горой Андырчи в Баксанском ущелье, недавно зарегистрировала след, вероятно, очень энергичного космического фотона (гамма-кванта) и наделала тем самым много шума в научном мире. При установке живёт молодой кот Адрон. Иногда он не прочь оторваться от игр с электроникой, на которую поступают данные с детекторов, чтобы помурлыкать на руках младшего научного сотрудника Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ РАН Виктора Романенко. Адрон — так называются большие частицы, из которых состоят ядра атомов: протоны и нейтроны, отсюда же второе слово в «Большом адронном коллайдере». Раньше на «Ковре» жил ещё кот Мюон, но он ушёл работать в магазин в соседнем городке Тырнаузе. Мюон — тоже не простое кошачье имя. Как и фотон с адроном, это название элементарной частицы, которая играет большую роль в нашей истории. Причём она играет свою роль и когда она есть, и когда её нет.

Культ качества данных

Вечером 9 октября Сергей Троицкий, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник ИЯИ РАН, написал коллегам-

экспериментаторам в Баксанскую нейтринную обсерваторию ИЯИ РАН, что в небе происходят интересные события и надо бы внимательно посмотреть данные. Интересным событием оказался мощный гамма-всплеск в созвездии Стрела, который первым обнаружил орбитальный телескоп Fermi (для него это было самое высокоэнергетическое событие за всё время наблюдений).

Таким образом, точное время и примерное направление в небе были известны. Виктор Романенко с коллегами задали область поиска и обнаружили, что сюда, в Баксанскую нейтринную обсерваторию, в течение трёх часов после первой регистрации на орбите пришёл ливень из частиц, который мог вызвать фотон фантастической энергии — на порядок больше, чем частицы, зарегистрированные коллегами. Предположительный фотон мог иметь энергию 251 тераэлектронвольт (ТэВ) — источников фотонов таких энергий на Земле не существует. Даже рекордные энергии частиц в самом мощном ускорителе, построенном людьми, Большом адронном коллайдере, не достигали 7 ТэВ. Но в космосе есть ускорители и посильнее. Гамма-всплески — результат грандиозных космических катастроф с участием нейтронных

Баксанская нейтринная обсерватория представляет собой серию лабораторий и инженерных помещений, расположенных в штольне, уходящей внутрь горы Андырчи



ГАММА-ВСПЛЕСКИ — РЕЗУЛЬТАТ ГРАНДИОЗНЫХ КОСМИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ С УЧАСТИЕМ НЕЙТРОННЫХ ЗВЁЗД, ЧЁРНЫХ ДЫР ИЛИ ТОГО И ДРУГОГО СРАЗУ

звёзд, чёрных дыр или того и другого сразу. Наблюдать предельно сильный космический взрыв с жёсткой радиацией очень интересно, но лучше издали. К счастью, такое происходит несколько раз в миллион лет в расчёте на одну галактику.

Нынешний кандидат в фотоны задал учёным загадку. Если столь мощную частицу породила катастрофа в далёкой галактике, непонятно, как она могла пронести свою энергию, не растеряв по пути. Это невозможно, расстояния огромные. А если из нашей галактики, непонятно, что за чудо стало причиной этого явления.

Теоретики принялись строить гипотезы — от обнаружения магнетара, бешено вращающейся нейтронной звезды, до нарушения базовых уравнений физики. А экспериментаторы начали перепроверять данные.

— Открытие надо перепроверить, чтобы потом не делать великое закрытие. Бывает, что экспериментаторы поспешили, теоретики написали десятки статей, придумали новую частицу. А потом оказалось, что исходные данные были просто ошибкой наблюдения, — говорит Виктор Романенко. — Если долго и кропотливо работать со своим прибором, то можно понять, когда детектор что-то увидел, а когда чудит. В этот раз данные на компьютере выглядели достоверно. Но это только начало проверки.

Удивительно, но лейтмотив разговоров с учёными, которые здесь работают, — точность данных. Успех для физика-экспериментатора не в том, чтобы произвести сенсацию (хотя с точки зрения журналиста, что же здесь плохого?), а в том, чтобы скрупулёзно проверить данные. Это спорт не на скорость, а на точность. Вернее, не спорт, а культ истины.

— Мы не можем утверждать, что зарегистрировали именно фотон. Мы лишь можем сказать, что с такой-то вероятностью это был фотон, — говорит заведующий обсерваторией, доктор физико-математических наук Валерий Петков. — Вы понимаете, что такое вероятность?

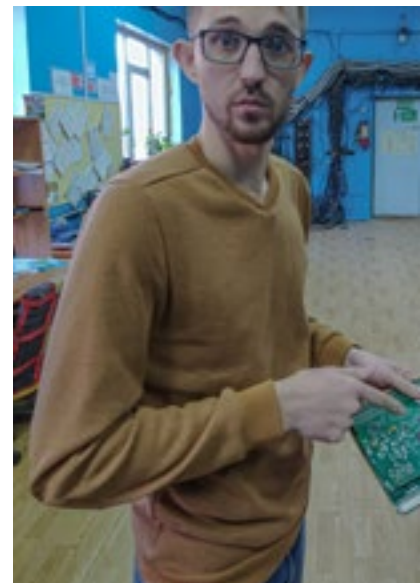
Конечно, на каком-то начальном уровне мы все понимаем: орёл или решка — пять-десять процентов. Но в данном случае вероятность — это вопрос строгого расчёта, основанного в том числе на теоретической модели. Потому что на самом деле установка не видит никаких фотонов — на элементарных частицах, как ни странно, вообще не написано, как их зовут.

Тогда откуда мы знаем, что прилетело с неба? Теоретики приезжают сюда, в Баксанскую нейтринную обсерваторию, чтобы понять, что такое физическая реальность, какая сложная, кропотливая работа множества людей — учёных, инженеров, лаборантов, рабочих — стоит за цифрами, которые могут подтвердить или разрушить самые красивые гипотезы.

— Я тут младший, поэтому с меня рассказы и демонстрация данных, — говорит Виктор и ведёт нас показывать установку «Ковёр». Здесь все скромничают, никто не склонен рисоваться перед прессой. На таких больших и уникальных установках работают только в команде, а команда компактная и живёт высоко в горах — здесь, как на межпланетном корабле, не должно быть первых и последних.

А были ли мюоны

Обычно, когда говорят «обсерватория», в голове возникает образ оптического телескопа. Ничего такого здесь нет. Баксанская нейтринная обсерватория — многоцелевая подземная установка, которая состоит из различных детекторов. Например, «Ковёр-2» — это сцинтилляционные детекторы. Они выглядят как чёрные цилиндрические или пирамидальные вёдра с проводами, выставленные рядами под горой. Действительно напоминает ковёр. В бочках уайт-спирит (если это советское поколение детекторов) или пластиковый сцинтиллятор — чувствительное вещество, которое в ответ на попадание частицы испускает квант света соответствующей энергии. Квант снимают с помощью фотоэлектронного умножителя (выглядит как вакуумная



Младший научный сотрудник Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ РАН Виктор Романенко знает всё, что происходит на «Ковре»



лампа и небольшой кинескоп — кстати, придумали эту штуку в Советском Союзе в 1930-е годы), размножают, а итоговый сигнал уже измеряют приборами, определяя энергию даже единичной частицы. Но какой? Частица из космоса, если она взаимодействует с веществом и имеет большую энергию, при столкновении с атмосферой рождает ливень, каскад других частиц.

— Эти новые частицы сохраняют направление движения, — рассказывает Виктор Романенко. — Ливень представляет собой плоский компактный диск с распределением частиц от центра к краю.

Если повезло и диск падает на установку, приборы его регистрируют. На компьютере можно увидеть момент прилёта октябрьского ливня частиц. В некоторые бочки-детекторы попало много частиц, здесь был центр, в соседние поменьше, по краям вообще ничего. Но нормально ли сработали детекторы?

Сначала сотрудники обсерватории проверили их осциллографом на электрический сигнал — всё хорошо. Но есть вероятность, что у них мог сбиться коэффициент усиления: каждый фотоумножитель настраивают так, чтобы он измерял точно и одинаково. В качестве эталона используется радиоактивный источник с малой дозой облучения, неопасной для человека. Сотрудник обсерватории буквально

руками измеряет отклик. Раз в неделю на установке проводится ремонт — вне зависимости от того, прилетела научная сенсация или нет. Основные 175 детекторов «Ковра» измеряют энергию ливня частиц.

— Ливни бывают двух типов: электромагнитные и адронные, — поясняет Виктор Романенко. — Каждому типу ливня соответствуют свои процессы.

Адронные (привет, Адрон! Кот как раз вышел на воздух проинспектировать детекторы) ливни порождаются протонами или ядрами атомов, они взаимодействуют с ядрами атомов атмосферы, и в результате появляется много мюонов — тех самых, что дали имя другому здешнему коту. Мюон — заряженная частица, похожая на электрон или позитрон, но толще и массивнее. Нужно ударить по ядру атома чем-то тяжёлым, например протоном, чтобы высечь мюон.

Электромагнитные ливни вызывают фотоны. При столкновении с атмосферой они порождают очень мало мюонов и много электронов с позитронами. Удачно получается: ливни можно различить. Дело в том, что ни одна заряженная частица, кроме мощного мюона, не может преодолеть и двух метров толщи горных пород. Поэтому на установке «Ковёр» есть мюонные детекторы. Они похожи на те, что мы уже видели, но над ними насыпано два

Посёлок Нейтрино, в котором живут многие сотрудники обсерватории

Поймать солнечные нейтрино

×

В трёх с половиной километрах от входа в штольню внутри горы Андырчи в подземной лаборатории глубокого заложения находится огромный зал галлий-германиевого нейтринного телескопа. Солнечные нейтрино здесь ловят пятьдесят тонн расплавленного металлического галлия в семи химических реакторах. В результате захвата галлий превращается в другой элемент — германий, который уже можно химически выделить и по-нять, сколько и каких нейтрино прилетело от Солнца.

За годы наблюдений накопилось много неясностей, прежде всего это нехватка нейтрино по сравнению с теорией, «галлиевая аномалия». Частично она объясняется наличием у нейтрино массы (Стандартная модель предполагает, что её нет), но не исключается и возможность существования нового типа нейтрино, так называемого стерильного. По результатам эксперимента BEST (Баксанский эксперимент по стерильным нейтрино) может быть объявлено об открытии новой частицы, но пока учёные осторожничают: надо провести дополнительную серию экспериментов.

Удивительно, но в горном подземелье мы услышали больше о новой, невиданной физике, чем в Москве. Что для теоретиков крушение или рождение красивой гипотезы, для экспериментаторов — реальность, данная в информации с детекторов.



Заведующий Баксанской нейтринной обсерваторией ИЯИ РАН Валерий Петков

с половиной метра грунта, который извлекли из горы, когда делали штольни обсерватории. В момент регистрации интересующего нас ливня на установке «Ковёр-2» не было ни одного мюона. Всё-таки сенсация?

— В одной статье так и написали: «Не было ни одного мюона». Но это... не совсем точно, — говорит Валерий Петков. — Дело в том, что пока работает установка второго поколения, «Ковёр-2», но совсем скоро мы окончательно перейдём на более продвинутой «Ковёр-3». Кроме прочего, в нём заметно больше мюонных детекторов: 410 вместо 175. Раз есть новые детекторы, надо посмотреть, что они показали. А они в те самые наносекунды октябрьского события засекали мюоны — всего пару штук, и тем не менее. Скорее всего, это не делает удивительное фотонное событие существенно менее вероятным, но вероятность надо подсчитать. Для «Ковра-3» ещё не отработана математическая модель.

Гамма-вспышке 9 октября 2022 года, возможно, посвятят целый номер крупного международного физического журнала. Там опубликуют данные с установок, которые её наблюдали, возможно, там будет и первая работа, использующая данные с «Ковра-3». Не исключено, что выйдут статьи о новой физике. Какая тут связь? В связи с баксанским гамма-квантом заговорили об аксионе — гипотетической частице, одной из возможных составляющих тёмной материи, про которую мы пока не знаем ничего, кроме того, что она преобладает во Вселенной. Название — в честь марки стирального порошка — частице дали весёлые физики: она должна была «отмыть» несоответствие теории с наблюдаемыми данными. Нейтральный аксион большой энергии мог прилететь издали, ни с чем не столкнувшись, и распастись на два фотона, след одного из которых и поймали в горах Кавказа.

Нейтрино с той стороны Земли

Баксанская нейтринная обсерватория дала начало всей мировой подземной астрофизике. — В то время никто в мире не мог себе позволить такие грандиозные проекты во имя науки. Только Советский Союз, — рассказывает Валерий Петков. — Даже подземная обсерватория «Гран Сассо» в Италии — это не специально построенная штольня в горе, а ответвление от транспортного тоннеля. В современном мире подобное создают в Китае.

Парадокс. Чтобы увидеть события в небе, люди спустились глубоко под землю. Только там может быть достигнут чрезвычайно низкий уровень радиации, необходимый для ключевых исследований в области нейтринной физики и экспериментов, направленных на поиск редких событий в физике элементарных частиц. Иными словами, в здешних подземельях не может быть никаких частиц, кроме чего-то совсем уж особенного.

Младший научный сотрудник Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ РАН Махти Кочкаров — ключевая фигура в лаборатории подземного сцинтилляционного телескопа (ПСТ). Он своими руками проверяет все 384 сцинтилляционных детектора. Махти показывает нам вход в астрофизическое сердце горы, вернее, два входа — в основную и вспомогательную штольни протяжённостью более 4000 метров. Над входом в основную



красуется буква «М» — подарок бакинских метростроителей, проложивших эти туннели. До самой ближней лаборатории ПСТ идти недалеко, так что добираемся пешком, а не в вагончике электропоезда. В штольне сухо и свежий воздух благодаря вентиляции. Во вспомогательной штольне даже недалеко от входа уже значительно теплее и часто стоит туман. Ну а в центре горы вообще под сорок — с глубиной температура горных пород и связанных с ними жидких и газообразных субстанций растёт, горняки это хорошо знают: в глубоких шахтах всегда жарко. На глубине один километр тридцатиградусная жара — нормальное явление, глубже температура ещё выше. Подземный сцинтилляционный телескоп представляет собой четырёхэтажное здание высотой больше 11 метров и основанием площадью 16,7 на 16,7 метра. Блоки, из которых собрано здание, выполнены из низкорadioактивного бетона на основе магматических горных пород (дунитов) и имеют толщину 80 сантиметров. Внутри — детекторы частиц. Ловят они, как следует из названия обсерватории, нейтрино. Дело это очень непростое, поскольку нейтрино практически ни с чем не взаимодействуют.

Через каждый квадратный сантиметр нашего тела каждую секунду пролетает шестьдесят миллиардов этих частиц, а мы ничего не замечаем! Чуть менее века назад их существование робко («Лучше об этом не думать, как о новых налогах») предположил физик Вольфганг Паули, чтобы спасти закон сохранения энергии при ядерной реакции бета-распада. Он решил, что должна существовать нейтральная частица с нулевой массой, способная уносить избыток энергии. Реакция обратная той, что удивила Паули, — обратный бета-распад — явление редкое, но благодаря ему нейтрино всё же можно иногда поймать. В ПСТ ловят высокоэнергетические мюонные нейтрино из далёкого космоса, а не электронные, которые рождаются в солнечных ядерных реакциях. — Мюонные нейтрино движутся снизу вверх, пролетают сквозь Землю и с какой-то вероятностью при столкновении с веществом порождают мюоны. Их-то и регистрируют наши детекторы, — объясняет Махти Кочкаров. — А что мешает им лететь сверху? — Нет, они, конечно, отовсюду летят, — улыбается Махти. — Просто снизу они прилетают

Кот Адрон — добровольный помощник сотрудников Баксанской нейтринной обсерватории

В СВЯЗИ С БАКСАНСКИМ ГАММА-КВАНТОМ ЗАГОВОРИЛИ ОБ АКСИОНЕ — ГИПОТЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЕ, ОДНОЙ ИЗ ВОЗМОЖНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ТЁМНОЙ МАТЕРИИ, ПРО КОТОРУЮ МЫ ПОКА НЕ ЗНАЕМ НИЧЕГО, КРОМЕ ТОГО, ЧТО ОНА ПРЕОБЛАДАЕТ ВО ВСЕЛЕННОЙ

примерно раз в неделю, а сверху — 17 раз в секунду. Сверху большой шум, мы не можем отличить мюонное нейтрино от мюонов космических лучей.

— А как отличить частицы, которые летят снизу вверх, от шума — нейтрино, которые движутся сверху вниз?

— По порядку срабатывания детекторов. Если летят снизу, сначала срабатывают нижние.

Потом Махти ведёт нас в святая святых — зал, где стоят внутренние детекторы. Они спроектированы так, чтобы не регистрировать ничего, кроме нейтрино, возникающих в результате коллапса сверхновой звезды.

— И как часто вы ловите коллапсные нейтрино?

— Пока такое было один раз, в 1987 году. 23 февраля 1987 года взрыв звезды в Большом Магеллановом Облаке, совсем недалеко от нашей галактики, зарегистрировали четыре обсерватории: советско-итальянская LSD под горой Монблан (построенная с учётом опыта работы Баксанской нейтринной обсерватории), собственно Баксанская нейтринная обсерватория ИЯИ РАН, японская «Камиоканде» и IMB.

— До сих пор публикуются работы, посвящённые этому событию, — рассказывает Валерий Петков. — И наша обсерватория задаёт планку в вопросе качества данных. Недавно вышла статья, где анализировались данные с «Камиоканде», которая зарегистрировала меньший приход нейтрино, чем мы. Так вот, на измерения в Японии повлиял технический сбой в сборе данных, так что достоверность наших данных оказалась ещё более высокой, чем мы думали. В 2019 году здесь готовились к взрыву звезды Бетельгейзе, которая вдруг начала резко тускнеть. От неё ожидается большой поток высокоэнергетических нейтрино, и взор-

Махти Кочкаров — ключевая фигура в лаборатории подземного сцинтилляционного телескопа.



ваться она может в любой момент — в любой момент в ближайшие 10 000 лет. Подготовка показала, что ПСТ справится.

Лучше гор могут быть только горы с телескопом

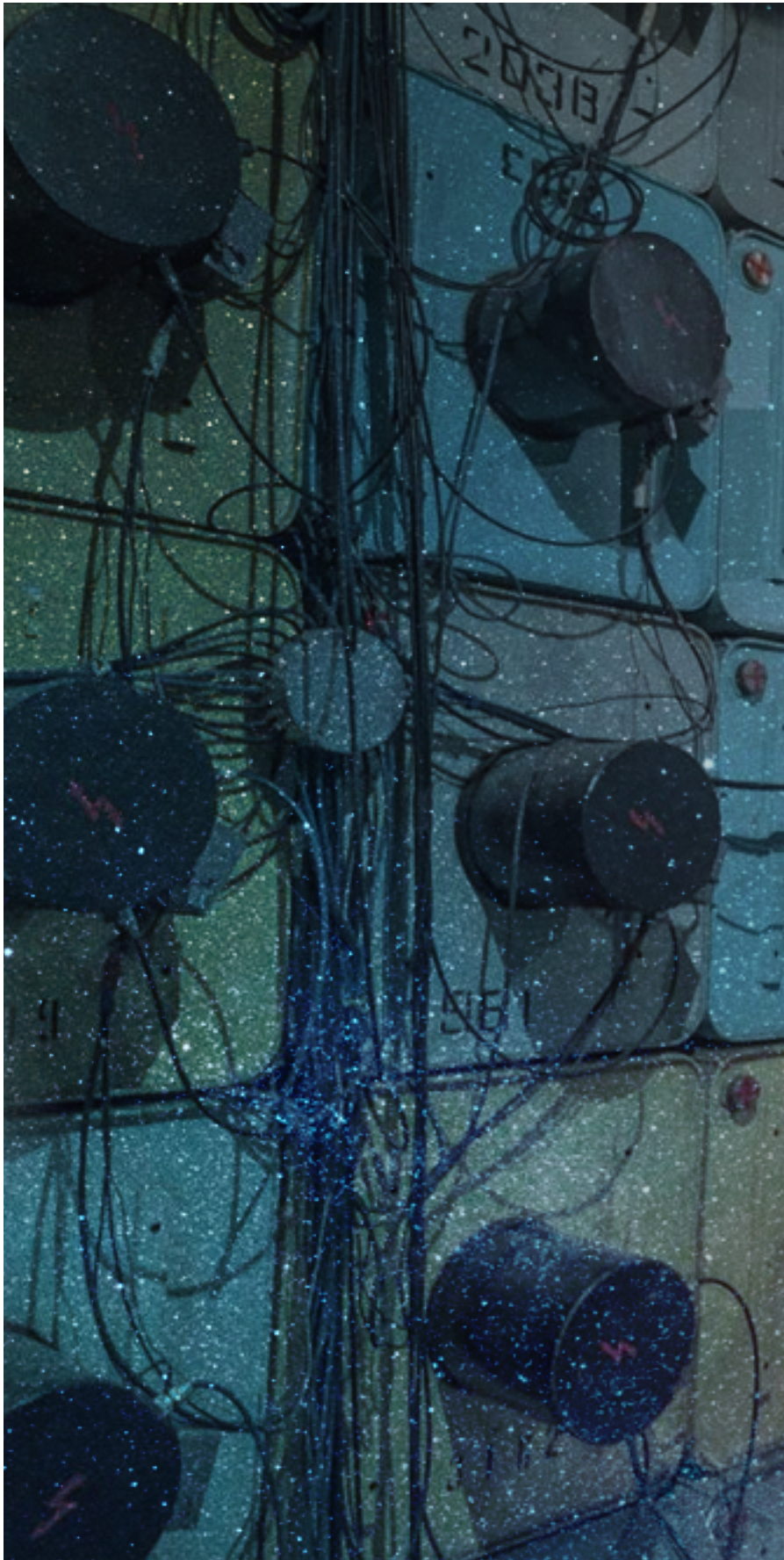
В поселке Нейтрино, где живут сотрудники обсерватории, немногочленно. Когда-то здесь работало пятьсот человек, сейчас двести пятьдесят. В девяностые случилось чудо: несмотря ни на что, костяк учёных сохранился, все многолетние эксперименты продолжились, и в 1995 году на горе развернули новую установку «Андырчи», чтобы регистрировать частицы одновременно с подземным телескопом.

— В 1996-м на конференции во французском Перпиньяне я докладывал о первых данных, полученных на «Андырчи», в сравнении с данными из подземной обсерватории. Это приятно — не просить денег или искать работу, а рассказывать о данных со своей установки, — вспоминает Валерий Петков. Хорошие публикации многим здесь позволяли найти работу в любой точке мира, но удивительным образом люди привязаны к этому месту. Что здесь так зачаровывает, кроме собственно науки, грандиозного сооружения в горе, к которому относятся как дому, и техники, которую любят как живую?

Один из ответов — горы. Пятнадцать минут на машине до горнолыжного склона, вокруг красивейшие маршруты. За обедом на «Ковре», который происходит тут же, чтобы не отрываться от работы, и который не мог, конечно же, пропустить кот Адрон, речь зашла о горнолыжных склонах. Старожилы вспоминали советские альп-клубы, а Виктор Романенко рассказал, что здесь у него исполнились сразу две мечты: работать в науке и научиться кататься на сноуборде. В общем, если кто любит одновременно науку, технику, горы и уединение, это идеальное место. Скоро, вероятно, здесь понадобятся минимум десятки учёных на месте и сотни в коллаборации, потому что современная обсерватория жива, пока развивается.

Обсуждается в том числе создание сцинтилляционного телескопа нового поколения и масштаба, а также криогенные подземные детекторы, которые помогут найти проявления новой физики: частицы тёмной материи можно искать в том числе по мельчайшим изменениям в поведении сверхпроводника при низких температурах. В любом случае нас ждёт много данных и много открытий.

Минобрнауки России по разным каналам выделяет большие ресурсы на поддержку проектов и развитие установок Баксанской нейтринной обсерватории (БНО). В частности, в этом году министерство запустило ряд научных проектов по нейтринной тематике. В одном из них участвуют Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова и БНО ИЯИ РАН. В рамках этого проекта разрабатывается прототип детектора на основе Na-содержащего жидкого органического сцинтиллятора для исследования безнейтринного двойного бета-распада. В рамках другого проекта, в котором также участвует БНО ИЯИ РАН, разрабатывается прототип крупномасштабного сцинтилляционного телескопа нового поколения.





Одна из стен подземного сцинтилляционного телескопа. В каждом цилиндре детектор, способный зарегистрировать единичное нейтрино

Наука из подземелья

✓ Евгений Федотов ^
✎ Автор идеи и сценария:
Алёна Лесняк

Этот комикс — результат совместного проекта лаборатории ядерных проблем им. В.П. Дзелепова Объединённого института ядерных исследований и артели «Комикадзе», творческого объединения сценаристов, художников, иллюстраторов и популяризаторов науки.

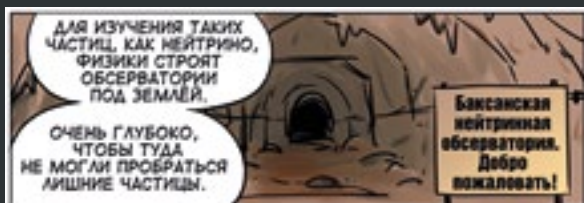
История 1.

Новорождённая Земля

На Земле есть места, благодаря которым можно представить, какими были условия 4 миллиарда лет назад, когда планета только сформировалась. Обычно такие места находятся на большой глубине, у вулканических очагов. Одно из них — подземная Баксанская нейтринная обсер-

ватория, построенная Институтом ядерных исследований РАН. Недавно в её тёмные туннели, условия в которых, казалось бы, несовместимы с жизнью, спустились биологи лаборатории ядерных проблем ОИЯИ и умудрились найти там жизнь.



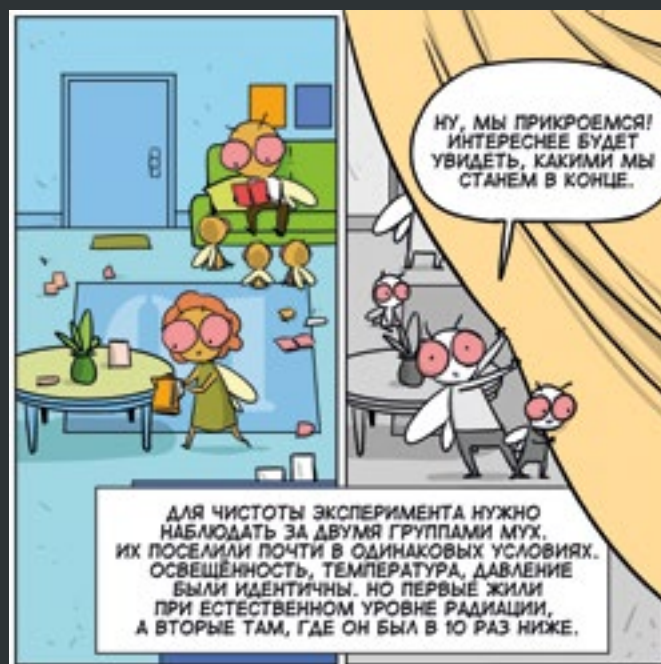


История 2.

Если убрать радиацию

Каждый день на нас воздействует радиация. Это естественный фон. Его создают не только микроволновки, смартфоны, гаджеты и бытовые приборы. Радиоактивные лучи летят из космоса. Источники радиации — это горы, деревья, здания. И даже наши тела! А что, если совсем отключить радиацию или хотя бы сильно снизить повседне-

ный уровень излучения? Это полезно или вредно? Чтобы ответить на эти вопросы, биологи лаборатории ядерных проблем ОИЯИ и физики Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ РАН провели в особой низкофоновой лаборатории DULB-4900 глубоко-глубоко под землёй любопытный эксперимент.





В МИРЕ МУХ ШЛИ ГОДЫ И ДЕСЯТИЛЕТИЯ,
А В МИРЕ УЧЕНЫХ — ДНИ И НЕДЕЛИ.
ПОЛНЫЙ ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ДРОЗОФИЛ
ПОДХОДИЛ К КОНЦУ, КАК И ЭКСПЕРИМЕНТ.



УЧЕНЫЕ ИЗУЧИЛИ
ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ
ОБЕИХ СЕМЕЙ ДРОЗОФИЛ.

ОГО,
ЗАКАНЧИВАЕМ?
ЧТО ЖЕ ПРО НАС
УЗНАЛИ?

ШУРХ



КРЫЛО ДАЮ НА ОТСЕЧЕНИЕ —
ОНИ ТАМ ОЗДОРОВИЛИСЬ.
ЖИВУТ БЕЗ РАДИАЦИИ,
КАК В САНАТОРИИ,
А МЫ ТУТ ЧАЙНЕМ.



ЛАПОЙ ГОТОВ
ПОЖЕРТВОВАТЬ —
ИМ ЛУЧШЕ НАШЕГО.
ЖИВУТ КАК НОРМАЛЬНЫЕ
МУХИ — ПРИ ОБЫЧНОМ
ФОНЕ РАДИАЦИИ.
А МЫ...

ОКАЗАЛОСЬ, ЧТО ОБЕ СЕМЬИ ДРОЗОФИЛ ЖИЛИ ОДИНАКОВО.
СНИЖЕНИЕ РАДИАЦИИ НИКАК НЕ ПОВАЛИЛО НА МУХ;
НИ ПОЛОЖИТЕЛЬНО, НИ ОТРИЦАТЕЛЬНО. ВСЕ СУЩЕСТВА
НА ЗЕМЛЕ АДАПТИРОВАНЫ К ЕСТЕСТВЕННОМУ
РАДИОАКТИВНОМУ ФОНУ. И, КАК ПОКАЗАЛ ЭКСПЕРИМЕНТ,
ЕГО ПОДАВЛЕНИЕ НИКОГДА НЕ СДЕЛАЕТ СЧАСТЛИВЕЙ.



СЕРЬЕЗНО?
НУ ЛАДНО,
ВЫБРОШУ СВОЮ
ШАПОЧКУ ИЗ ФОЛЬГИ.

КОНЕЦ

✎ Софья Эрих,
Мария Глушанина,
Дарья Боголюбова
(Школа научной журналистики
им. Кота Шрёдингера)

ЕСЛИ БЫ ХОДИЛ ПО САНКТ-ПЕТЕРБУРГУ

Александр Аверьянов — рекордсмен по открытым динозаврам среди российских учёных. Впрочем, среди описанных им видов есть не только древние ящеры, но и вымершие млекопитающие, птицы и вполне современные зайцы. Но динозавры интригуют больше. Тем более что сейчас Аверьянов описывает вид, совершенно непохожий на остальных: гусинозавра. Такое название ему дали не из-за сходства с гусём, что для динозавра было бы вполне нормально, всё-таки родня, а потому, что его кости были найдены на Гусином озере в Бурятии.

ДИНОЗАВР

Р БУРГУ ...

— Самое фантастическое открытие я сделал в пять лет. Это было открытие мира прошлого. В детской комнате вместо обоев родители повесили географические карты, я их рассматривал и хорошо выучил географию. Потом родители принесли журнал ЮНЕСКО — номер, посвящённый прошлому человека. Там были картинки, изображающие, как двигались материки. Это меня поразило. Ведь я только что выучил, как они сейчас расположены, а выясняется, так было не всегда — материки двигались! Мне страшно захотелось узнать о прошлом. Я изучал эволюцию человека, а потом это направление интересов отпало: слишком много информации. Невозможно всё знать. Я сконцентрировался на древних животных.

Цвет, звук и игры

Представим, что прямо сейчас в Петербурге, рядом со зданием вашего института, оказался живой динозавр.

Как бы он помог учёным?

Хуже всего мы понимаем, как они были окрашены. В отличие от млекопитающих, динозавры различали пять цветов, поэтому окраска была для них очень важна. Ясно, что она была яркая, как у птиц. Про некоторых динозавров это точно известно. В Китае находят отпечатки с прекрасно сохранившимися покровами, перьями и капсулами с пигментом. Сам цвет восстановить нельзя, но мы можем судить о нём по размеру капсул. Есть динозавры, совсем немного, для которых сделали очень достоверные реконструкции. Но как выглядело большинство из них, мы имеем очень смутное представление. Например, долгое время считалось, что у диплодоков гладкая спина, а недавно обнаружили, что у них был кожный гребень! И если раньше их изображали какими-то серыми колбасами, то сейчас есть масса реконструкций, где они разнообразно окрашены. Но пока это фантазии, к сожалению.

Можем мы узнать, какой был голос у динозавров?

Были такие паразауролофы — утконосые динозавры с костными гребнями на черепе. Считается, что эти гребни служили резонаторами. Паразауролофы издавали грубые звуки — их восстановили, можно послушать в интернете. А остальные... Наверное, кричали, но рептилии не очень разговорчивые, для них главное — зрение.

Динозавры были умными?

Да, некоторые из них были очень смыслёнными. В поздне меловом периоде появилась группа динозавров, их называют троодонтиды. Они были теплокровными и покрыты перьями, имели бинокулярное зрение, огромный мозг, специализировались на поедании млекопитающих и смогли приспособиться к ночному образу жизни. Их находят в северных широтах, то есть они адаптировались ещё и к холодному климату. Прошло бы ещё 10–20 миллионов лет, и они бы слопали всех млекопитающих. Но упал метеорит. Если бы не он, возможно, на основе этих троодонтидов возник бы разумный организм, есть и такие реконструкции. Они были настолько смыслёнными, что вполне могли стать разумными существами наподобие человека. Может быть, даже умнее его — по крайней мере, видели бы лучше.

Это не современная птица, а древний динозавр — урбакодон. Своим названием обязан сотрудничеству узбекских, российских, британских, американских и канадских учёных, открывших и описавших его.

Почему так получилось, что динозавры видели лучше нас, млекопитающих?

Динозавры и млекопитающие возникли одновременно, в триасовом периоде, 200 миллионов лет назад, то есть мы с динозаврами ровесники. Млекопитающие были уже теплокровными, а динозавры холоднокровными, очень хищными и очень злыми. Наши предки были в большой опасности, динозавры могли их просто всех сожрать. Но млекопитающие нашли выход из положения: они ушли в темноту, приспособились к ночному образу жизни. Будучи теплокровными, они могли быть активны ночью, а динозавры в это время отдыхали, спали. Они просто не пересекались. Поэтому сейчас три четверти млекопитающих — ночные животные. За это пришлось заплатить утратой цветного зрения. Сейчас большинство млекопитающих видят лишь

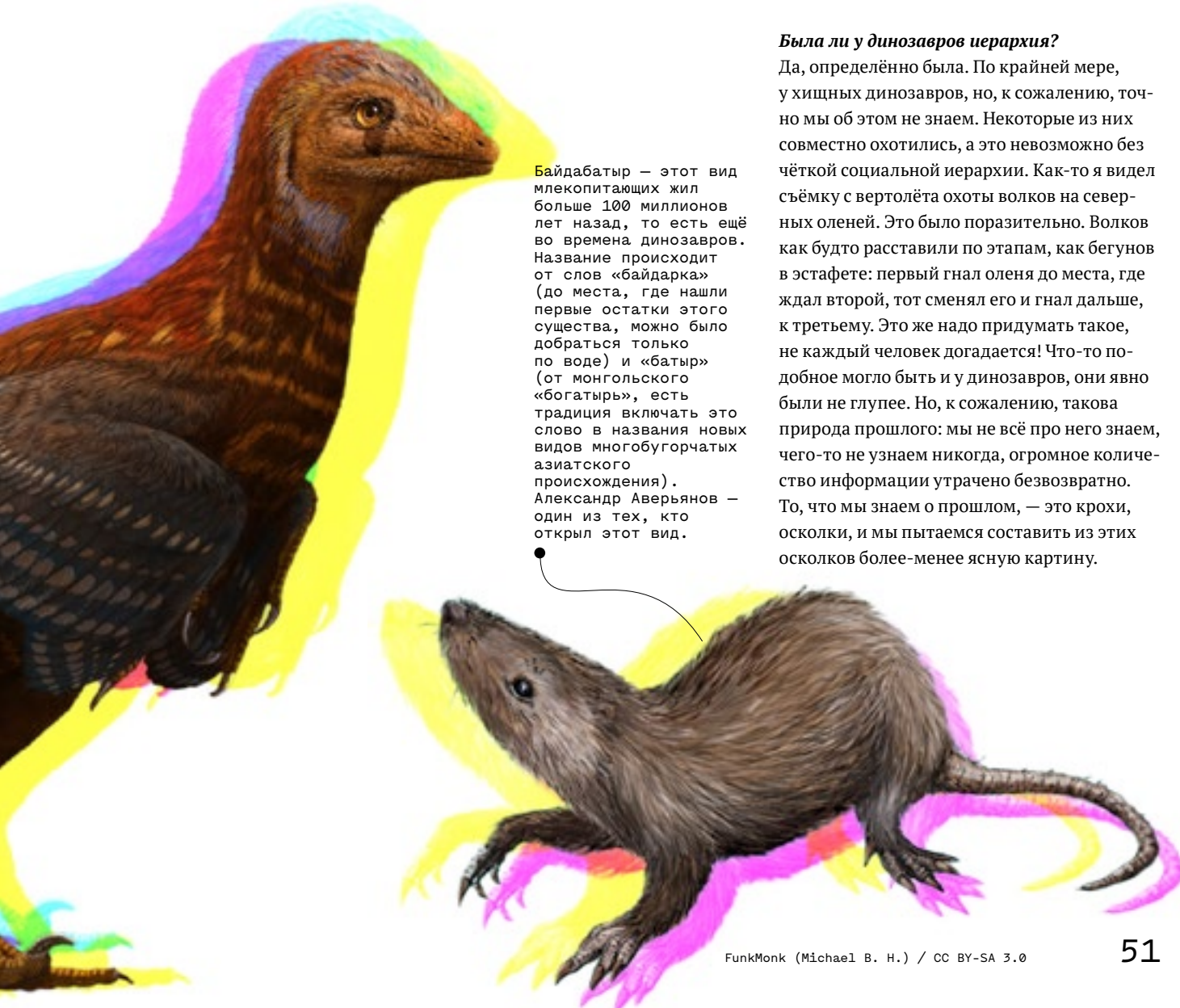
два цвета, обезьяны — три, а рептилии и птицы — пять. Но зато наши предки приобрели уникальный слух и, главное, обоняние. В геноме у зверей десять тысяч генов, которые отвечают за различение запахов.

Что делали динозавры, кроме как охотиться, спали и ходили?

Они ещё играли, все высокоорганизованные животные играют между собой. Они могли бегать как собаки — хищные динозавры точно могли, но и завропыды тоже. Могли играть в догонялки, например. Это мы поняли, глядя на современных животных. Вспомните, как ведут себя два щенка, оказавшиеся рядом, — они постоянно играют. Считается, что так они осваивают новые формы поведения. Я думаю, что динозавры основную массу времени, когда не ели и не спали, тоже играли.

Была ли у динозавров иерархия?

Да, определённо была. По крайней мере, у хищных динозавров, но, к сожалению, точно мы об этом не знаем. Некоторые из них совместно охотились, а это невозможно без чёткой социальной иерархии. Как-то я видел съёмку с вертолёта охоты волков на северных оленей. Это было поразительно. Волков как будто расставили по этапам, как бегунов в эстафете: первый гнал оленя до места, где ждал второй, тот сменял его и гнал дальше, к третьему. Это же надо придумать такое, не каждый человек догадается! Что-то подобное могло быть и у динозавров, они явно были не глупее. Но, к сожалению, такова природа прошлого: мы не всё про него знаем, чего-то не узнаем никогда, огромное количество информации утрачено безвозвратно. То, что мы знаем о прошлом, — это крохи, осколки, и мы пытаемся составить из этих осколков более-менее ясную картину.



Байдабатыр — этот вид млекопитающих жил больше 100 миллионов лет назад, то есть ещё во времена динозавров. Название происходит от слов «байдарка» (до места, где нашли первые остатки этого существа, можно было добраться только по воде) и «батыр» (от монгольского «богатырь», есть традиция включать это слово в названия новых видов многобугорчатых азиатского происхождения). Александр Аверьянов — один из тех, кто открыл этот вид.



Александр Аверьянов



Биолог, специалист по вымершим и современным позвоночным животным. Описал более ста новых видов. Заведующий лабораторией в Зоологическом институте РАН (Санкт-Петербург), профессор РАН, профессор СПбГУ. Участвовал в более чем 40 палеонтологических экспедициях в России, Узбекистане, Казахстане и других странах.

Исследования, проводимые Аверьяновым, не раз поддерживались государственными грантами. Например, проекты «Эволюция поздне меловой биоты Центральной Азии» (2014–2018) и «Динозавры и сопутствующие позвоночные мезозоя России» (2019–2021) были выполнены при поддержке гранта РФ.



Тимурленгия — род тираннозавроидов, остатки которых были найдены в Узбекистане. Название получил в честь Тамерлана, основателя империи Тимуридов. Описан Аверьяновым совместно с палеонтологами из США и Великобритании. Предположительно, это существо обладало очень хорошим слухом.

За что их любить

Почему обычным людям, не учёным, так интересны динозавры, особенно детям?

Во-первых, они огромные, ничего похожего в современной фауне нет. Завропод массой в тридцать тонн поражает воображение. Во-вторых, это огромное разнообразие жизненных форм... Особый интерес к динозаврам возник после выхода фильма «Парк юрского периода», началась настоящая динозавромания. Сейчас работает поколение учёных, которые в детстве смотрели этот фильм. Он классно сделан — динозавры были как живые. После этого BBC выпустила фильм «Прогулки с динозаврами», который тоже подогрел интерес к этой теме.

А вы? Что заставило вас заниматься динозаврами?

Как ни странно, я не фанат динозавров. Это такая несправедливость — есть масса людей, которые хотят заниматься динозаврами и не занимаются. А я даже никогда особо не хотел, мне интересна наука, палеонтология. И нет большой разницы, динозавры это или другие животные. Мне древние млекопитающие не менее интересны, да и современные тоже.

Ваша кандидатская диссертация посвящена как раз современным зайцам, да и докторская тоже. Откуда же взялись динозавры?

В Зоологическом институте РАН я работаю уже больше тридцати лет. Считается, что зоология не изучает ископаемых животных, только современных. Хотя динозавров можно считать современными, ведь птицы — это их очень близкие родственники, прямые потомки. Я не думал, что буду заниматься динозаврами. Но в 1995 году умер мой учитель, Лев Несов. И мне достался его материал — около тысячи костей в прекрасной сохранности. Я начал их разбирать и изучать, так как специалистов не было. Пришлось самому всё осваивать.

Зоологический опыт как-то помогал в работе с ископаемыми животными?

Конечно! На мой взгляд, палеонтология, вопреки общему мнению, не геологическая наука, а биологическая. Биолог лучше понимает, что это не просто кости, а части организма — с нервами, сосудами. А ещё важно, что биологи лучше понимают

изменчивость. Когда я работал с зайцами, то изучил тысячи черепов и наблюдал колоссальную изменчивость, например, связанную с возрастом. Было как-то в одном журнале — учёные нашли череп крошечного птерозавра и написали: вот, мол, такой маленький, а уже взрослый. Почему, правда, не объяснили. Потом только выяснилось, что в лагуне, где обитали эти птерозавры, были сильные ветра. Молодых животных сносило, и они падали. А взрослые могли противостоять ветрам и возвращались. Это был такой селективный отбор по критерию возраста.

Есть ли у вас любимый вид среди динозавров?

Ну, я описал много динозавров, больше, чем кто-либо в России. Первый — самый любимый, конечно. Это сибирский пситтакозавр, сейчас он нарисован на гербе Чебулинского района Кемеровской области. Новый таксон.

Какой динозавр волнует вас больше всего сейчас?

Это, конечно, гуринозавр. Он известен лишь по одной находке из России. Его обнаружила



Сибирский пситтакозавр обитал на территории современной Кемеровской области, его остатки обнаружили неподалёку от деревни Шестаково. Был относительно небольшим, меньше 2 метров в длину.

экспедиция Зоологического института РАН и Санкт-Петербургского университета в 2021 году на Гусином озере в Бурятии. Меня там не было, но я занимаюсь описанием этих находок. У гусинозавра есть уникальные признаки, несвойственные другим завроподам. Похоже, это новый динозавр. Трудно судить о его размерах по одному позвонку, но явно он был достаточно крупным, не менее 25 метров в длину. Но главное, что он, по-видимому, относится к новой, неизвестной науке группе завроподов. Если это подтвердится, изменится представление об эволюции этой группы.

Один зуб на несколько ТОНН

Сложно ли найти в России останки динозавра?

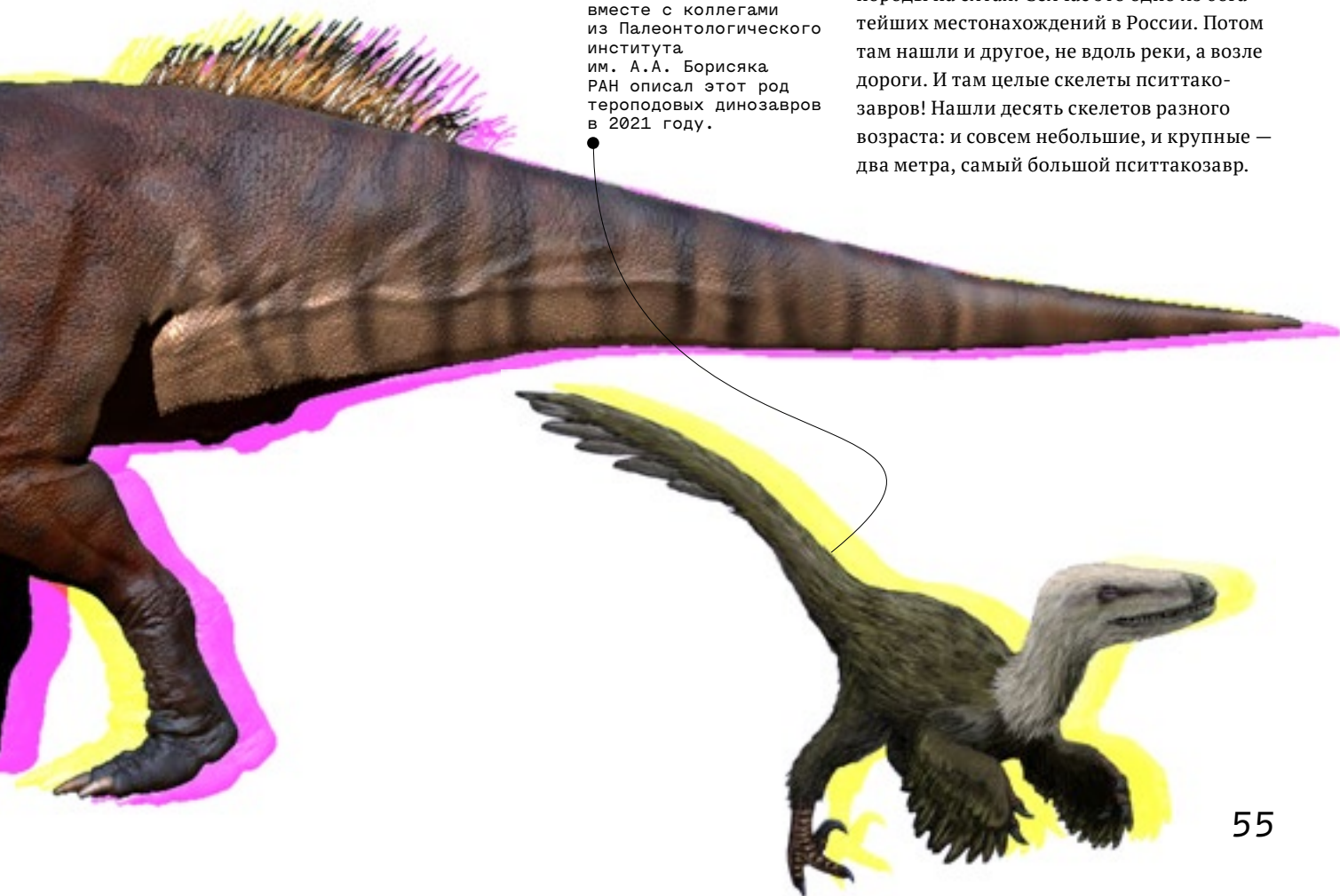
Знаете, в палеонтологии почему-то принято говорить не «останки», а «остатки». Слово «останки» может использоваться только по отношению к современным животным, а к ископаемым — «остатки», хотя это и нелогично немного. Что касается динозавров в России, то места поисков выбираются

по геологическим картам: мы смотрим, где есть отложения периодов, когда жили динозавры. Но нужно знать, насколько они обнажены, доступны. У нас почти вся Сибирь покрыта континентальными отложениями того времени, но там тайга, обнажения доступны только по берегам рек. Это в Средней Азии можно пойти гулять и найти под ногами кости динозавра.

Были экспедиции, которые вас удивили? Например, вы нашли гораздо больше костей, чем ожидали?

В палеонтологии такое часто случается. Есть какое-то обнажение — обычный человек может ничего не увидеть, а палеонтолог найдёт целую россыпь костей. В Шестаково, в Западной Сибири, было так: геолог ещё в прошлом веке нашёл полный скелет пситтакозавра и привёз его в Москву. Вскоре про это место забыли чуть ли не на пятьдесят лет. А потом там работал учёный из Палеонтологического института и увидел на камне челюсть. Это была первая находка мезозойского млекопитающего в России. Поняли, что у места есть потенциал, стали работать — промывать породы на ситах. Сейчас это одно из богатейших местонахождений в России. Потом там нашли и другое, не вдоль реки, а возле дороги. И там целые скелеты пситтакозавров! Нашли десять скелетов разного возраста: и совсем небольшие, и крупные — два метра, самый большой пситтакозавр.

Кансайгнат — тоже относительно недавнее открытие. Аверьянов вместе с коллегами из Палеонтологического института им. А.А. Борисяка РАН описал этот род тероподовых динозавров в 2021 году.



Другое крупное местонахождение у нас в Благовещенске, в Амурской области. Там тоже сначала обнаружили отдельные кости, потом стали проводить масштабные раскопки — и вот результат: сотни черепов гадрозавров, несколько полных скелетов.

Мы читали, что в одной из экспедиций вы просеивали породы и в итоге на несколько тонн нашли только одну кость. Откуда берётся такое упорство?

Это, видимо, был зуб, потому что породу просеивают в поисках редких вещей, таких как зубы млекопитающих. Мы так работали и в Узбекистане, и в Забайкалье. Зубы стоят того, чтобы прилагать такие усилия!

Допустим, вы нашли скелет динозавра. Что дальше?

Его нужно выкопать, потребуется бригада квалифицированных раскопщиков... Вообще, динозавры требуют серьёзной логистики.

Раскопки, насколько мы понимаем, вы занимаетесь летом, а зимой что делаете?

Изучаем, что раскопали. Кости нередко приходится препарировать. Сейчас у нас в хранилище оборудовали специальную комнату для препарирования; машинки, вытяжка — всё как надо. Это очень трудоёмкий процесс — полный скелет можно препарировать годами.

Что значит «препарировать» с точки зрения палеонтологии? Это ведь термин из медицины.

Когда медикам надо что-то препарировать — кость, скажем, или нервную систему, — они убирают всё лишнее, например мышцы, с помощью скальпеля. Точно так же в палеонтологии: вы берёте специальную препаровальную иглу и очищаете кости от песка.

Вы очищаете их на месте?

Да, но не полностью, это трудоёмкий процесс. Обычно кость очищают — так, более-менее, чтобы было меньше веса, покрывают мокрыми газетами и заливают гипсом. Гипс затвердевает, подрубается снизу, кость переворачивают — то же самое делают с другой стороны. Получается пирог. По-английски это называют

Левнесовия — род растительноядных динозавров, представленный единственным видом *Levnosovia transoxiana*. Назван в честь научного руководителя Александра Аверьянова — палеонтолога Льва Несова (1947–1995).

jacket. У нас вот недавно был один такой весом больше ста килограмм. Доставили в университет и там препарировали. Потом создали трёхмерную модель позвонка, и я изучал её дома.

Нравится вам изучать кости на компьютере?

Это проще, чем ворочать позвонки. Они бывают хрупкими, поэтому лишний раз лучше не трогать.

Какие новые методы появились в палеонтологии?

В первую очередь компьютерная томография. В чём была проблема? Внутреннее строение черепов, скелетов оставалось неизученным, потому что для этого нужно было сломать экземпляр, а они уникальные. Компьютерная томография дала возможность увидеть, что там внутри, и сделать трёхмерную модель. В палеонтологии произошёл колоссальный прорыв, изучены многие музейные экземпляры. Я тоже пользуюсь дома этим методом.

Вы не скучаете, когда работаете дома?

Знаете, я в жизни никогда не скучал. Не знаю, что такое «скучно». Мне всегда есть чем заняться.

Мы имели в виду — не скучаете ли вы по экспедициям?

Нет. Бывает, они мне даже снятся, но иногда хочется заняться и чем-то другим.



Охота и собирательство

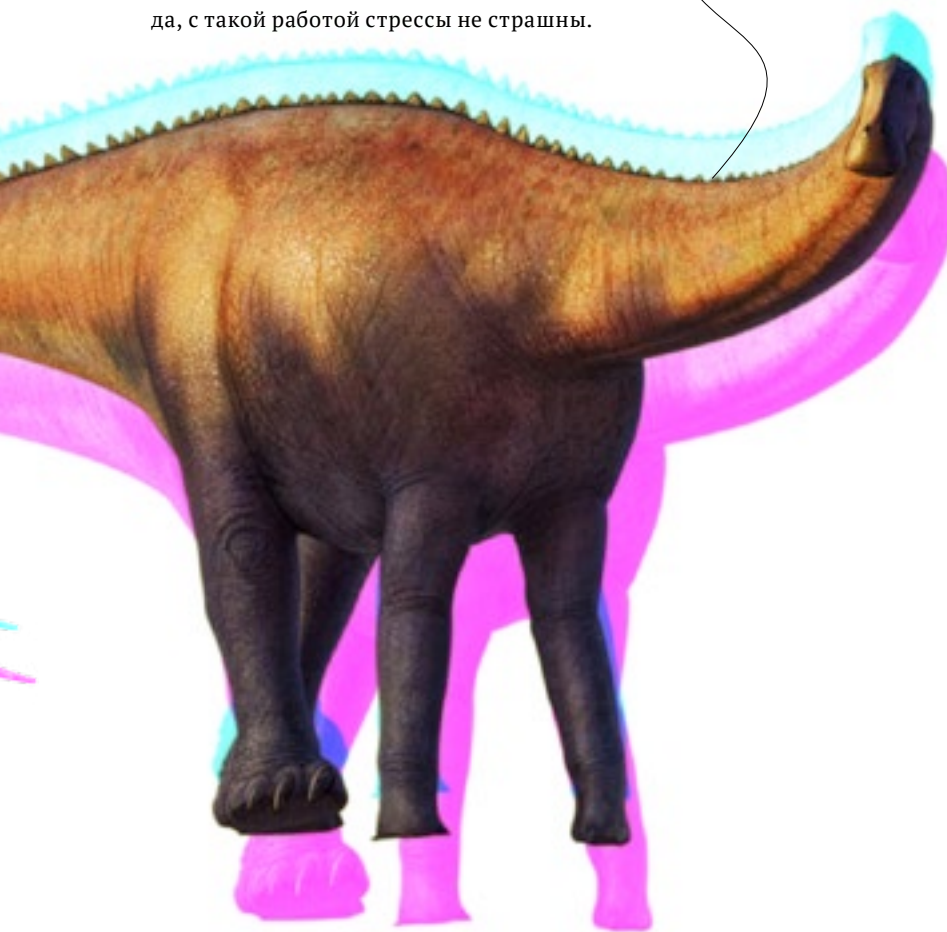
Что в вашей работе поражает больше всего?

Задача учёных в том, чтобы познавать окружающий мир, — это делают и остальные люди, и даже животные. Но они на каком-то этапе останавливаются, а учёные нет — они добывают знание, которое раньше было неизвестно. В палеонтологии это происходит постоянно. Вот идёте вы по пустыне, спотыкаетесь о корягу, но это не коряга — а, например, череп динозавра. Со мной такое было один раз. Вы откапываете череп, узнаете, что это новый вид, и понимаете: вы первый человек, который об этом узнал. Это чувство ни с чем не сравнить.

Возможность заглянуть на миллионы лет назад меняет взгляд на жизнь? Может, вы меньше переживаете по поводу каких-то проблем?

Люди переживают стресс из-за краткосрочных событий. Если посмотреть на всю человеческую историю, там было много ужасного. А если мыслить масштабами в миллионы лет, то понимаешь, что это лишь небольшой эпизод, незначительный с точки зрения эволюции жизни. Так что да, с такой работой стрессы не страшны.

Джаратитан — род завроподовых динозавров позднего мелового периода. Описан Аверьяновым и его американскими коллегами в 2021 году.



Бывают моменты, когда что-то не получается. Я вот с этим гусинозавром мучился, так до конца и не определил, а сейчас понимаю, что это новая группа. Но вообще научная работа спасает от любых стрессов. Ведь чем можно в жизни заниматься? Можно работать в какой-то фирме, строить карьеру, можно путешествовать. Клеркам часто не хватает адреналина, они идут заниматься спортом. Много кто хочет просто заработать больше денег. Но знаете... был такой миллиардер Эндру Карнеги, сталелитейный магнат, очень богатый человек. Он завещал свои деньги на благотворительность. На эти средства были построены многие институты, в том числе палеонтологические. Были проведены раскопки диплодоксов, один даже назван в его честь — диплодок Карнеги. А своей дочке Карнеги оставил не так много. Когда дочку спрашивали, не обидно ли ей, она отвечала: а зачем мне больше? Это редкая позиция, обычно главное — яхту купить. Так вот, наука — единственное достойное занятие в жизни. Вы не работаете на кого-то, а занимаетесь тем, что увеличиваете сумму человеческого знания.

Если бы не палеонтология, то что?

Занимался бы человеческой историей, наверное. Например, я собираю античные монеты. Некоторые коллекционируют ископаемых, но есть правило: нельзя собирать то, чем занимаешься профессионально, иначе можно перепутать свою коллекцию с научной. Коллекционирование, собирательство — один из базовых человеческих инстинктов. Когда-то давно это было очень важно для человека: ходить, собирать, изучать. Что можно есть, а чего нельзя, что можно использовать, а чего нельзя. Люди собирают грибы, а я вот кости. Найти целый позвонок намного круче, чем гриб. Ещё один базовый инстинкт — охота. Но я только на ископаемых охочусь, считаю, что современных животных не нужно убивать, они и так вымрут рано или поздно, зачем усугублять? Знаете, за последние шестьсот лет вымерло несколько тысяч видов млекопитающих. Но на самом деле нет ни одного вида, который когда-нибудь не вымерет. Это закон. Ничто не вечно, и хомо сапиенс тоже не будет жить вечно, это я как палеонтолог точно могу сказать. ^_^



ЛЁД, УРОКИ ГЕОГРАФИИ И ГРЕЧНЕВАЯ КАША

Журналист «Кота Шрёдингера» встретился с директором Института географии РАН Ольгой Соломиной. За два часа успели обсудить будущее планеты, ледники Кавказа, раскол Антарктиды, рецепты каши, образ жизни географа и Грету Тунберг. А ещё — посмотреть солнечное затмение и посетить мегагрантовую лабораторию.

Центр Москвы. В трёх минутах ходьбы — Третьяковская галерея. Бывший купеческий особняк, построенный в 60-х годах XVIII века. Небольшой кабинет с отделкой советских времён. На столе разложены книги: «Вода и человек», «Вопросы географии», «Каталог ледников России», какие-то научные отчёты.

У хозяйки кабинета Ольги Соломиной длинный список регалий и достижений. Она директор Института географии РАН, доктор географических наук, член-корреспондент РАН, научный руководитель факультета географии и геоинформационных технологий НИУ ВШЭ, председатель Национального комитета РАН «Будущее Земли» и так далее.

А ещё она немножко нобелевский лауреат. Ольга Соломина входила в Межправительственную группу экспертов по изменению климата (IPCC), которой в 2007 году присудили **Нобелевскую премию мира**.

Слова «директор», «лауреат», «председатель» не очень вяжутся с энергичной блондинкой в вязаной кофте. Она больше напоминает взрослого ребёнка, которому всё вокруг любопытно, во всём хочется разобраться. Интересно:

— Скажите, как человек, занимающийся географией, смотрит на мир? Этот взгляд как-то отличается от взгляда негеографа?

— Думаю, что отличается. По крайней мере, у меня такая профессиональная деформация есть. Я, например, не могу пройти спокойно мимо ямы — там же разрез! Старые деревья, старые дома — это же образцы. Озеро, болото — бурить немедленно! Террасы в горах — искусственные или антропогенные? Что на них сажали? Раскопать и под микроскоп! И хочется всё увязать в единую картину.

География как отложенный выбор

Беседу начинаю с личного. Когда-то я преподавал географию в старшей школе. Было не просто. Это у детей помладше увлекательные темы: моря, горы, Великие географические открытия. А у моих девятиклассников было что-то занудное про машиностроительный комплекс и экономическое районирование. Да и главного стимула — **перспективы сдачи ЕГЭ** — не было: это экзамен по выбору, и желающих обычно мало. Чтобы мотивировать старшеклассников, приходилось совершать чудеса креатива.

● Формулировка Нобелевского комитета была такой: «За усилия по накоплению и распространению более широких знаний об антропогенном изменении климата и созданию основ для мер, необходимых для противодействия такому изменению».

● ЕГЭ–2022

- Всего: 737 тысяч человек
- **Обществознание:** 333 тысячи
 - **Биология:** 143 тысячи
 - **Информатика:** 129 тысяч
 - **Физика:** 124 тысячи
 - **История:** 117 тысяч
 - **Английский язык:** 109 тысяч
 - **Химия:** 95 тысяч
 - **Литература:** 62 тысячи
 - **География:** 22 тысячи



— Хорошо вас понимаю, — сочувственно улыбается Ольга Соломина. — Правда, сейчас ситуация чуть-чуть изменилась. ЕГЭ по географии стали требовать на экономических факультетах, на урбанистике.

— Я бы и на факультетах журналистики так сделал. Жаль, никто не даст.

— Да уж. И всё равно пока сдают мало. Нужен какой-то временной лаг, чтобы люди осознали: изучать географию выгодно. Базовое географическое образование в вузе — это вообще хороший выбор.

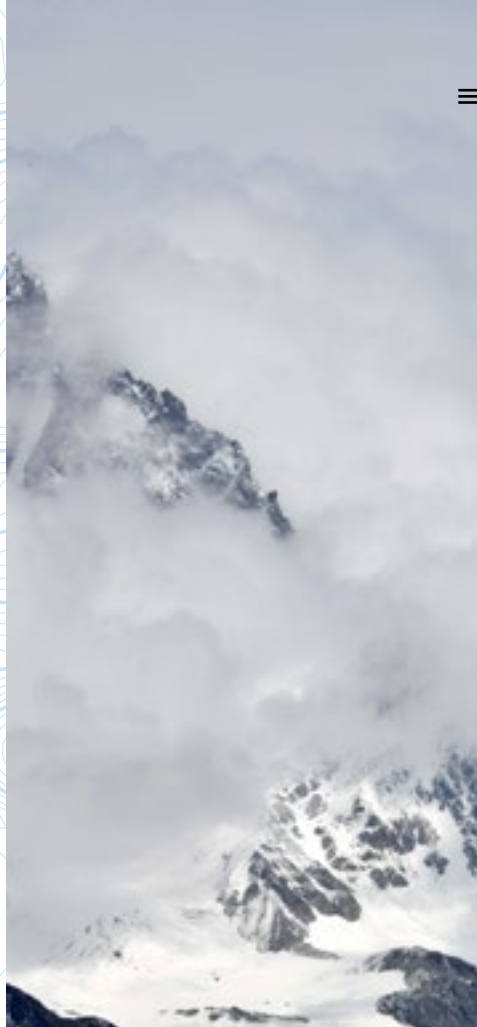
— Почему?

— Потому что это в некотором смысле отложенный выбор. В 11-м классе многие вообще не понимают, чего хотят, что любят. А географическое образование на первых двух курсах даёт весь диапазон возможностей. С одной стороны физическая география, гидрология, океанология, гляциология, с другой — статистика и математика, с третьей — экономика, социология, антропология, с четвёртой — дистанционное зондирование, картография, работа с большими данными. То есть человек, поступивший на географический факультет, за первые два года получает представление об очень разных дисциплинах. И дальше уже



Гора Дыхтау (5205 м) — вторая после Эльбруса вершина Кавказа и России. Расположена на правом борту ледника Безенги. Вид на неё открывался во время бурения на Безенгийской стене (август 2021 года). Это был единственный объект, который возвышался над облаками в плохую погоду

Александр Генис — писатель, литературовед, журналист, радиоведущий. В 1977 году эмигрировал в США. Автор книг «Довлатов и окрестности», «Американская азбука», «Колобок и др. Кулинарные путешествия», «Вавилонская башня», «Русская кухня в изгнании», «1960-е. Мир советского человека» (две последние — в соавторстве с Петром Вайлем, ещё одним писателем-эмигрантом).



может понять, в каком формате ему хочется жить и работать.

— **Хорошая формулировка — «в каком формате хочется жить»...**

— Однажды я слышала, как папа наставлял свою дочку: «Ты выбирай не профессию, а образ жизни». Это первый выбор, который должен сделать человек. Он хочет всегда сидеть в офисе перед компьютером либо наоборот — хочет путешествовать?

— **Современная география — насколько она про образ жизни?**

— Она про разные образы жизни. Вы можете быть полевым работником и совершать подвиги в горах, а можете работать в лаборатории. А можете делать всё это вместе, и это одно из главных достоинств нашей специальности.

— **Географы прошлого у многих ассоциируются преимущественно с приключениями, путешествиями, риском. Насколько это применимо к сегодняшней науке?**

— Обязательно! Современная география — это и приключение, и путешествие, и риск. Современные люди так редко оказываются лицом к лицу с природой, когда нужно всем себя обеспечивать... Я недавно читала книгу

Александра Гениса «Кожа времени» — там есть эссе об исчезновении ночи. Однажды в нью-йоркском квартале, где он жил, погасло электричество. Люди увидели полную темноту, с которой многие из них никогда не сталкивались. Для них это было удивительно. Я понимаю это чувство городского человека, когда он оказывается один на один с природой. Нужно пить воду из реки, готовить еду на костре или газовой горелке.

Интересно, весело и опасно

— **Много ли в научной географии полевой романтики и приключений? Вот лично по вашему опыту? Для вас вообще это важно?**

— Да, по-моему, в географии это главное! Это интересно, весело и опасно. До сих пор в экспедиции много езжу, для меня это важнейшая часть жизни. Я в географию попала именно благодаря желанию работать в поле. По основной специальности я вовсе не географ.

— **А кто же?**

— Историк, окончила вечернее отделение истфака МГУ. Там была очень прогрессивная кафедра источниковедения, они даже математические модели начинали строить. А первая

моя курсовая работа была про «Государство» Платона. Меня интересовал социальный аспект жизни, идеальное общество — до сих пор немножко этим болею. Но потом стало понятно, что в Советском Союзе с идеальным государством не очень получается и вообще историческая наука в сложном положении.

— **И как вы попали в географию?**

— Я училась тогда на втором курсе. Моя однокурсница была замужем за гляциологом. Как-то она сказала, что ему в экспедицию требуется повариха. И я сразу ответила: «О! Это буду я». Экспедиция изучала ледники в районе Безенги — это Кавказ, Кабардино-Балкария. Кстати, в прошлом году я снова ездила туда со студентами, было очень приятно.

— **Вы хорошо готовили?**

— Ничего я не умела!

— **Как же вы справились?!**

— Ну, если без изысков, то ничего сложного. К тому же в экспедиции была опытная женщина, которая меня научила. До сих пор пользуюсь всеми её рецептами, дальше я не продвинулась. У неё были фундаментальные вещи: «Как сварить суп», «Как сварить кашу», «Как сварить кисель».

— **У вас есть фирменный рецепт каши?**

— Имеется такой: залить воды на два пальца выше крупы. И всё. Ну ладно, есть ещё фирменный рецепт гречневой каши от камчатского коллеги. Он делает её по «пловной» технологии. Открываем тушёнку, собираем жир и растапливаем его на дне кастрюли. В нём жарим лук, сверху гречневую кашу — получается отлично! Правда, я тушёнку не люблю, поэтому для себя не делаю.

— **Как вам пришлось в экспедиции? Всё-таки городской житель, а тут горы, палатки...**

— Я с детства в походы ходила. Кажется, уже в шестом классе мы начали самостоятельно ездить. У нас была хорошая школьная компания, до сих пор дружим. Уже тогда понимала, что этот быт и тип человеческого общежития мне очень нравится. Это такое горизонтальное взаимодействие, когда все всем помогают, все друг друга любят. Очень тёплые отношения, в обычной жизни такое редко встречается.

— **Но почему вы решили заниматься наукой?**

Можно же было просто в походы ходить, как это делали многие в советское время.

— Я помню, что была потрясена той первой экспедицией на Кавказ. Она была совершенно восхитительна! Тёплый сезон, мы стояли в березняке, где было полно малины, грибов — всё

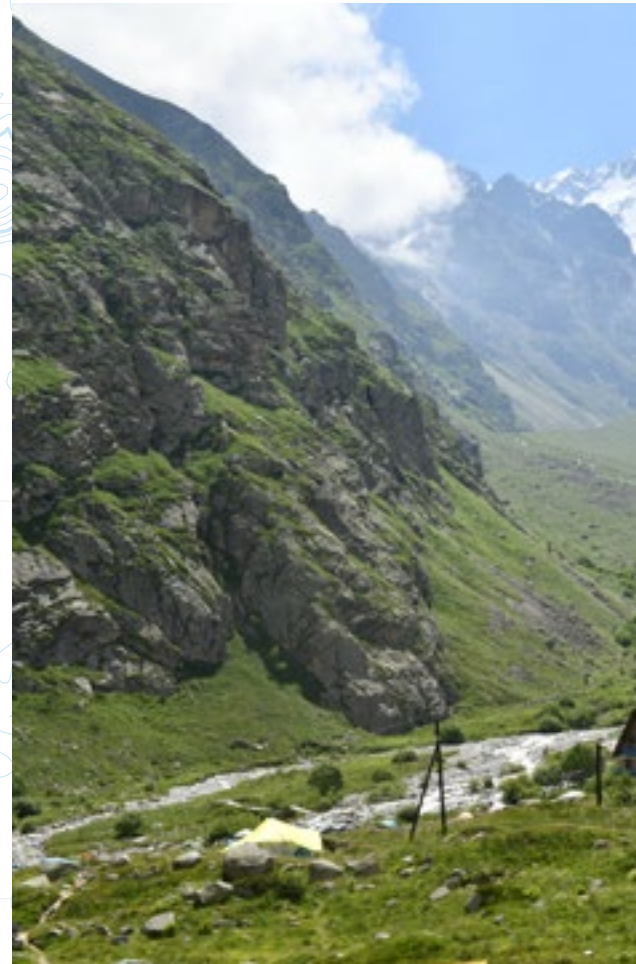
Гляциология — наука о природном льде. Изучает ледники, снег и вообще все виды замёрзшей воды. Её данные позволяют реконструировать климат прошлого и предсказывать природные явления будущего. Собственно, Ольга Соломина в первую очередь гляциолог.

Морена — отложения горных пород, которые принёс ледник. Могут быть самыми разными: от каменных глыб в сотню метров до глины, состоящей из мельчайших частиц. Когда на речном откосе вы видите среди песка здоровенные булыжники разных оттенков, это, скорее всего, морена.

такое прекрасное, солнце светило... А потом мне ещё за это заплатили рублей тридцать, точно не помню. Я поняла, что это как раз то, что надо. Приключение может быть работой, работа может быть приключением! И пошла работать сюда — в Институт географии, машинисткой. Тут, конечно, не столько в деньгах дело...

— **А в чём?**

— Экспедиция была посвящена климату прошлого и изучению ледников, я и сейчас



этим занимаюсь. Нас было человек десять, и каждый делал что-то своё. Один, допустим, измерял ориентировку обломков в морене, второй изучал годичные кольца деревьев, третий смотрел лишайники, четвёртый копал разрезы... И когда ты сделал свою работу, идёшь помогать другому. А я, будучи поварихой, помогала всем, кому могла, и участвовала во всех видах деятельности. Это оказалось чрезвычайно увлекательным — пытаться реконструировать историю по разным косвенным признакам. Поначалу ты видишь просто кучу камней, а потом

понимаешь, что когда-то здесь был фронт ледника, который принёс эту кучу. И уже представляешь, как ледник выглядел, как двигался, как останавливался, как текла река, как она прокладывала себе русло... Это показалось мне даже более интересным, чем человеческая история.

— *Это похоже на детектив?*

— Скорее на детективный сериал. Но не такой, где в конце каждой серии раскрывают



преступление. Тут приходится довольно долго тянуть до развязки.

— *Давайте про образ жизни. Вот вы, директор института, член-корреспондент РАН, участник всяких комитетов, программ, экспертных советов и комиссий...*

— Этот образ жизни никому не пожелаю!

— *При этом в экспедиции тоже ездите?*

— Конечно! Но поскольку я директор института, мне без согласования ездить в экспедиции не положено — чтоб от административной работы не отвлекаться. Поэтому я делаю это во время отпуска. Вот сейчас надо ехать

Альпинистский лагерь Безенги. На заднем плане язык и береговые морены ледника. Мижирги

в Пермский край — буду брать за свой счёт, благо зарплата у меня неплохая, могу себе позволить.

— *То есть вы берёте отпуск за свой счёт, чтобы поехать в научную экспедицию?*

— Ну а что делать-то? Я не могу без этого.

Если вы выбрали географию как свою жизнь, вы практически не различаете жизнь и работу. Знаете, в некоторых организациях на вахте записывают, когда человек пришёл на работу, когда ушёл. Для нас это было бы совершеннейшим идиотством, потому что мы просто живём в этом потоке, нам всё это ужасно интересно. Вот вы едете в поле, чтобы решить какую-то задачку...

— *Разве интересно доктору наук и член-корреспонденту решать локальную научную задачку?*

— О! Это как раз самое интересное.

— *Как же глобальные проблемы, будущее планеты, климат?*

— Конечно, надо держать в голове большую картину. Я вот занимаюсь колебаниями ледников за последние двенадцать тысяч лет. Вроде бы узкая тема, но она вписывается в общий контекст изменений климата. Однако чем масштабнее задача, тем больше в ней неопределённости. Вот, например...

Ольга не успевает договорить, потому что в кабинет врывается бородастый мужчина в очках.

— А чего это вы здесь сидите и на Солнце не смотрите?!

Это Аркадий Тишков, тоже член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки России, биогеограф и специалист в области охраны природы. А сидеть в кабинете мы не должны потому, что как раз в эти минуты в Москве можно было наблюдать солнечное затмение.

Выходим с Ольгой на улицу. Пытаемся разглядеть космическое явление поверх крыш особняков и куполов церквей. Вспоминаю, как в детстве смотрел на затмение сквозь закопчённое стекло. Без него увидеть что-то трудно. Ольга тоже не запаслась средствами наблюдения, но, сильно прищурившись, пытается что-то разглядеть. В ней очень много любопытства.

Сначала всё промокло. Потом замёрзло

Возвращаемся в институт.

— Слушайте, а давайте я вам нашу новую лабораторию покажу, которую мы

на **мегагрант** сделали.

Спускаемся в подвал. Переобуваемся в специальные тапочки, чтобы не занести в лабораторию ничего лишнего. Заходим в белую комнату, уставленную новыми приборами.

Нас встречает молодой человек в белом халате, аспирант Мстислав Воробьёв:

— Это жидкостный хроматограф, это isotопный анализатор воды, а это анализатор общего органического углерода...

— Камчатские образцы будете смотреть? — обращается к нему Ольга Соломина.

— Да, скоро начнём.

Эти образцы ледяного **керна** учёные добыли во время недавней экспедиции на ледники Камчатки. Было непросто.

Ольга сочувственно поясняет:

— Пробурить планировали 250 метров, но из-за погоды получилось только 15. Из двух недель всего один день был, когда можно было работать. А всё остальное кошмар какой-то!

Сначала жуткий дождь, всё промокло. Потом замёрзло. И всё время страшный ветер — палатки руками удерживали. Потом ещё начал заканчиваться газ, на котором еду готовили.

А вертолёт в такую погоду не летает... Слава богу, случилось небольшое окно, когда экспедицию и забрали. Покидали в вертолёт то, что успели, — далеко не всё получилось забрать, часть оборудования там осталась. Мстислав, наверное, лучше расскажет: он там был.

Я смотрю на аспиранта Мстислава. Аккуратный такой, городской. Настраивает всякие хроматографы с анализаторами. А, оказывается, совсем недавно с ледника, где шквальный ветер, горы, ледяной ливень, и выбраться можно только на вертолёте, который не летает.

— **Как это в вашей жизни совмещается?**

— Гармонично. Я окончил химический факультет МГУ. Там у нас такого не было. Захотелось полевой работы, и я поступил в аспирантуру сюда, в Институт географии РАН. Что хотел, то и получил. В целом доволен.

— **Не страшно было на Камчатке?**

— У нас была команда, опытные люди, которые знали, что делать. Вот если бы я один был, тогда ощущения, думаю, были бы другие.

Ну, или упал человек в трещину ледника — остаётся только час, чтобы не замёрзнуть, это явная угроза жизни. Но я, к счастью, не падал.

— **Сложно от ледяного дождя вернуться к лабораторной жизни с тишиной и кондиционерами?**

— Смена обстановки — это плюс.

● Мегагранты — это большие гранты (десятки, а то и сотни миллионов рублей), которые государство выделяет на создание новых лабораторий и привлечение учёных мирового уровня. Масштабная программа мегагрантов реализуется Минобрнауки России в рамках нацпроекта «Наука и университеты». Совет по грантам отбирает наиболее актуальные и перспективные заявки на исследования по различным направлениям: от физики и астрономии до истории и археологии. За 10 лет существования программы благодаря мегагрантам было создано 345 новых лабораторий, опубликовано более 8,9 тыс. статей в ведущих российских и зарубежных научных журналах, зарегистрировано около 1,5 тыс. патентов на изобретения и научные открытия. Институт географии РАН получил в 2021 году мегагрант на создание Международной лаборатории палеоэкологических реконструкций. Главная задача — анализируя образцы древнего льда, узнать, каким был климат в минувшие столетия и тысячелетия. Это поможет понять наше климатическое будущее. В проекте участвуют российские и французские учёные.

● Керн — это цилиндрический образец льда или горной породы, извлекаемый при бурении. Слово происходит от немецкого kern — ядро, сущность. Один из самых важных источников информации для геологов и географов.

— **А где проще: в экспедиции или в городе?**

— Мне пока проще в полевых условиях.

Там меньше диапазон задач, они все очень конкретные, и мысли не разбегаются.

Ольга добавляет:

— Это действительно один из плюсов работы в поле: ни о чём не надо думать: идёшь, несёшь, копаешь. Но давайте не будем мешать Мстиславу, продолжим разговор в кабинете.

Поднимаемся в кабинет Соломиной. В коридоре пахнет гречневой кашей.

— Географы тоже едят, — улыбается Ольга.

Другой уровень цивилизации

Перехожу к глобальным вопросам.

— **Есть ли у географии свои представления об идеальном будущем планеты, существует ли географическая утопия?**

— Большинство географов «экологически тревожные». Видя, как стремительно мы меняем поверхность Земли, её биоту, океан и атмосферу, они понимают, что мы на грани. Они видят глобальные масштабы этих изменений и, возможно, лучше других понимают, как ничтожны усилия, которые мы предпринимаем, чтобы не отравить и не уничтожить всё вокруг продуктами своей жизнедеятельности. Можно я снова Александра Гениса процитирую? Он пишет: «Вид сверху возвращает нас к физической карте от политической, и это шаг вперёд от имперского сознания к экологическому. Чтобы завершить этот путь, понадобился взгляд из космоса. С экстремальной точки зрения Земля предстаёт шаром и называется одной на всех. Тем обиднее, что, добравшись до этической вершины, многие отступили назад, рассуждая о мире в допотопных категориях штабной карты».



— **Вы с ним согласны?**

— Генис, конечно, мастер красного словца. Но в целом я с ним согласна. Когда понимаешь степень глобального загрязнения, воздействия на природу, то начинаешь думать уже не границами. Да, сам ты видишь локальные проблемы, но их можно перенести на планету в целом. Вот я была на Безенги в 1970-х годах. Сейчас с того места, где тогда был ледник, его уже почти не видно. И это всё на моём веку.

— **Почему на Западе так популярна Грета Тунберг, которая не про конкретный ледник или ближайшую свалку, а про планету вообще?**

— Возможно, это связано с тем, что в благополучных странах многие базовые проблемы решены, сведена к минимуму бедность, дискриминация и прочее. Они уже понимают, что есть проблемы, которые нельзя решить силами одной отдельно взятой Швеции: там и так сделано всё, что можно. Они смотрят на ситуацию глобально. Для них Грета Тунберг естественна, там такая Грета каждая первая. Они пытаются свою шведскую идеологию, философию, психологию перенести в мозги жителей других регионов. Но для многих такое мышление нехарактерно — например, для российской глубинки.

— **Получается, это такая болезнь сытости.**

— Скажем так, это другой уровень цивилизации. Когда цивилизация достигает какого-то уровня, появляется искусство, ещё на несколько уровней поднялись — возникла экологическая тревожность. Впрочем, уместнее говорить «тревога»: «тревожность» — это к психологам.

— **Хорошо. Давайте теперь о науке. Многим кажется, что география кончилась. Карты нарисованы, высоты и глубины измерены. Вот у физиков длинный список нерешённых**

вопросов: тёмная материя, тёмная энергия, квантовая гравитация, суперсимметрия... А у географов все глобальные проблемы кончились, так ведь?

— Нет! Я возмущена, меня сейчас просто разорвёт от негодования. Земля не менее тёмная материя! Мы не понимаем до конца, как функционирует наша планета, — прежде всего потому, что это огромный масштаб. Что-то можно проверить в пробирке или на уровне математических моделей. Но последствия многих событий в масштабе планеты ещё очень плохо предсказуемы. Что будет, если, допустим, изменится **Гольфстрим**? Или другой пример. Лет тридцать назад догадались, что ледники в западной части Антарктиды нестабильны и могут начать резко разрушаться. Предполагалось, что это может случиться к концу нынешнего тысячелетия. А вчера прочитала свежую работу, из которой следует, что разрушение шельфового ледника Твейтса в Западной Антарктиде может случиться уже через 15 лет. Чем не открытие?! Это ледник толщиной в несколько сотен метров, площадью до 1000 квадратных километров, на 50 километров выходит в Южный океан. Он служит как бы плотиной, которая замедляет сток в океан льда Западно-Антарктического ледникового щита.

— **Что будет, если он отколется?**

— Если ледник Твейтса разрушится, с большой вероятностью и остальная часть Западно-Антарктического ледникового щита попадёт в океан, и уровень моря поднимется больше чем на 3 метра, представляете? И это только один пример. Какую проблему ни возьми, всюду загадки. А мусорные острова? Они уже сейчас занимают сотни километров. Да и проблема глобального потепления остаётся одной из самых острых. И не только потому, что мы не можем убедить всех, что оно происходит. Меня тревожит, что мы учитываем не все факторы, когда строим наши климатические модели. Да, уже сегодня эти модели очень сложные, очень подробные: они описывают процессы в атмосфере, и океан, и биосферу, и криосферу... Но всё равно мне кажется, что есть другие важные факторы, которые влияют на климатические процессы и которые мы пока не принимаем в расчёт.

— **Что бы вы добавили в модель, чтобы она стала окончательной?**

— Ха! Если бы я это узнала, мне стоило бы дать Нобелевскую премию — и не мира, а какую-то настоящую. ^_^

● Гольфстрим — тёплое течение в Атлантическом океане. Значительно влияет на климат европейских стран. Например, благодаря нему в Норвегии средняя температура зимой на 15–20 °С выше, чем в среднем на этой широте.

● Слева: бурение ледника на вершине Безенгийской стены на высоте 4750 м

● Справа: член-корреспондент РАН Ольга Соломина в разрезе на зандровом поле ледника Джанкуат



Психолог Тимофей Нестик:

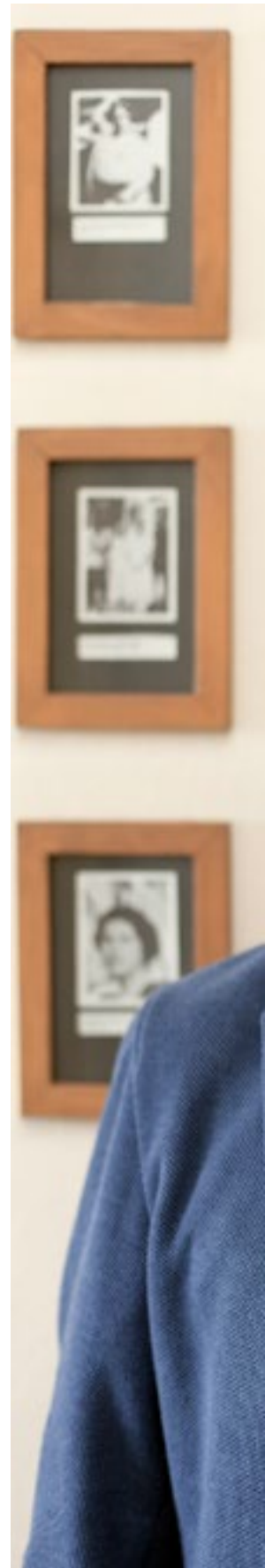
«Мы склонны недооценивать роль ситуации»

✎ Григорий Тарасевич ^

Эксперимент Стэнли Милгрэма, наверное, самое яркое исследование в истории социальной психологии. Недаром его сравнивают с библейскими притчами. Недаром споры о нём продолжаются уже больше полувека. Недаром упоминания об этом исследовании есть в каждом приличном учебнике по психологии или социологии...

На всякий случай напомним, о чём идёт речь. Испытуемым предлагалось наносить удары током другому человеку, причём всё большей интенсивности. Когда они отказывались, «учёный» — помощник Милгрэма в белом халате — убеждал, что испытуемый должен продолжать, и брал всю ответственность на себя (естественно, ситуация была подстроена, никто никаких ударов не получал). Вопреки прогнозам, две трети участников эксперимента дошли до последнего рубильника.

О том, что значит этот эксперимент для современной науки, мы спросили у одного из ведущих российских социальных психологов Тимофея Нестика.





Эксперимент Милгрэма, наверное, самый знаменитый в истории социальной психологии, а может, и всей психологии. Почему? В чём причина его популярности?

На мой взгляд, популярность эксперимента Стэнли Милгрэма объясняется множеством обстоятельств, среди которых я бы выделил три ключевых. Во-первых, он проливает свет на психологические механизмы крупнейшей катастрофы XX века, которая так или иначе затронула всех и погубила десятки миллионов человек. Поэтому результаты эксперимента обсуждались далеко за пределами психологии — в работах по социологии и политологии, истории, педагогике, философии и даже теологии. Кроме того, сам Милгрэм целенаправленно пытался оказать влияние на общество, снимая ход эксперимента на кинокамеру. Выход известной книги Ханны Арендт о банальности зла и война во Вьетнаме сделали его исследование ещё более востребованным.

Во-вторых, в нём предпринята попытка объяснить, как работает подчинение авторитету, высвечиваются тёмные стороны социальной иерархии, с которой мы сталкиваемся каждый день в любом государстве.

В-третьих, этот эксперимент касается каждого из нас — он бросает вызов нашей уверенности в том, что мы, «добрые самаритяне», никогда бы не стали преступниками.

Тимофей Нестик, доктор психологических наук, профессор РАН, заведующий лабораторией социальной и экономической психологии Института психологии РАН.

В чём всё-таки главный результат эксперимента Милгрэма для науки?

Наверное, в том, что Милгрэм убедительно показал влияние социальной ситуации на поведение людей, продемонстрировал, что оно может быть сильнее личностных черт и групповых ценностей. Позднее эти идеи и результаты были развиты и уточнены в целом ряде других известных исследований, в том числе в области психологии насилия, следования социальным нормам и альтруизма.

Насколько сейчас актуальны эти результаты?

Максимально точное из возможных сегодня воспроизведение эксперимента, опубликованное Джерри Бургером в 2009 году, подтвердило его результаты: 70% испытуемых были готовы продолжать процедуру, причём даже возможность увидеть, как отказываются другие, существенно не изменила итоги. Трудно представить себе исторические условия, в которых исследования Милгрэма, проведённые в 1960-е годы, потеряли бы свою актуальность.

Как вы относитесь к многократным попыткам доказать некорректность этого эксперимента?

Результаты эксперимента оказались шокирующими не только для представителей образованного среднего класса в демократических странах, но и для самих психологов. Уже через год после первой статьи в журнале «Американский психолог» писали, что он лишил испытуемых человеческого достоинства, самоуважения и доверия к науке. Некоторые коллеги искренне считали Милгрэма подонком. Возможно, попытки опровергнуть результаты эксперимента объясняются не только изъятиями в методологии и нарушениями этики, но и стремлением восстановить веру в справедливость мира, отстоять свободу выбора и гуманистические ценности.

Иными словами, критиковали не столько Милгрэма, сколько дегуманизирующее, упрощённое, как многим казалось, объяснение сложного человеческого поведения превращением в чей-то «инструмент».

И действительно, личность может оставаться субъектом даже в немыслимых условиях, о чём нам напоминают Виктор Франкл и Бруно Беттельгейм, пережившие концлагерь, а в России — работы о надситуативной активности Вадима Петровского и о личностном выборе в условиях неопределённости Дмитрия Леонтьева.

С самого начала шла дискуссия об этичности подобного опыта. Какова ваша позиция? Если бы вы входили в комиссию по этике, то разрешили бы Милгрэму такой эксперимент?

Важно помнить об историческом контексте, в котором проводились эксперименты: война закончилась относительно недавно, а процесс над нацистским преступником Эйхманом снова заставил вспомнить об ужасах геноцида. Сам Милгрэм отмечал, что большинство испытуемых впоследствии выражали ему благодарность и готовы были принять участие в аналогичных, значимых для общества исследованиях.

Между тем независимый анализ материалов эксперимента, проведённый через много лет, показал, что более половины участников сопротивлялись. Хотя многие воспринимали ситуацию как нереальную, пережитый стресс и последующие переживания были травмирующими. Одним из наиболее часто упоминаемых недостатков первоначальных вариантов исследования было то, что у участников не было полноценной возможности обсудить результаты и получить психологическую поддержку. Нынешние этические стандарты делают невозможным проведение эксперимента, в котором участников подталкивают к убийству, пусть и воображаемому. Я бы и сам не одобрил такой эксперимент. Упомянутый мной Джерри Бургер получил одобрение этического комитета Университета Санта-Клары, так как не допускал к участию людей с психологическими проблемами и останавливал эксперимент после того, как испытуемые достигали отметки 150 вольт и проявляли готовность идти дальше.

Ещё один путь, использованный последователями Милгрэма, — проведение экспериментов в виртуальном пространстве, когда испытуемые знают, что находятся в воображаемой ситуации. Мне кажется, исследования в этом направлении могут стать трансформационными: испытуемые будут получать не только психологическую помощь, но и возможность повлиять на решение конкретных социальных проблем.



Эксперименты социальных психологов показывают, что мы склонны переоценивать роль личностных характеристик и ценностей, при этом недооцениваем власть социальной ситуации. Насколько эта идея принята наукой?

Действительно, мы склонны недооценивать роль ситуации при объяснении поведения других людей, особенно когда это представители других социальных групп. Тем не менее влияние ситуации на поведение человека было подтверждено в многочисленных исследованиях. Помимо хорошо известного, правда, тоже критикуемого «тюремного эксперимента» Филипа Зимбардо, в качестве примера можно привести эксперименты Биба Латане и Джона Дарли, посвящённые «эффекту наблюдателя»: мы чаще предпочитаем не вмешиваться, когда видим, что незнакомцу нужна помощь, если наряду с нами эту ситуацию наблюдают другие.

Можно вспомнить и многочисленные исследования о влиянии ситуации на эффективность стилей лидерства или поведение людей, принимающих решение в группе, особенно когда они находятся в условиях дефицита времени. В таких случаях более вероятными становятся проявления агрессии, конформности, директивного стиля.

Чтобы составить представление о том, в какой мере поведение определяется контекстом, можно почитать книгу Ли Росса и Ричарда Нисбетта «Человек и ситуация», а также обратиться к хрестоматии «Психология социальных ситуаций» под редакцией Натальи Гришиной.

Со времён экспериментов Милгрэма, Зимбардо и других классиков прошло уже полвека. Что принципиально нового смогла узнать социальная психология с тех пор?

Благодаря десяткам эмпирических исследований, проведённых в разных странах мира, сегодня мы знаем гораздо больше о том, как вероятность подчинения преступным приказам зависит от эмоционального состояния, социальных верований и политических установок, групповых процессов и норм и даже от способности аргументировать свою точку зрения. Например, мы знаем, что насилие может поддерживаться авторитарными установками, не критичным отношением к своей группе и чувством обиды за то, что нашу группу недооценивают. Знаем, что склонны демонизировать врага, когда коммуникации с ним разорваны; что обезчеловечивание и оправдание насилия связаны с убеждением, что окружающий нас мир опасен и представляет собой борьбу за выживание.

Мы понимаем, какие мыслительные приёмы помогают людям защитить себя от угрызений совести и моральной ответственности за насилие. Это происходит в том числе через веру в справедливость мира и общества, использование эвфемизмов, благоприятные сравнения, рассеивание и перекладывание ответственности, обвинение жертв в том, что они сами виноваты, и т. д.

Кроме того, наши собственные исследования показывают, что рост фатализма усиливает радикализацию и туннельное мышление («эскалация насилия или гибель»). Для того чтобы предотвратить худшее, нужно поддерживать веру людей в свою способность влиять на будущее, развивать навыки диалога, умение отстаивать свою точку зрения и принимать сложные решения, учитывающие интересы разных сторон. ^_^

ПОВИНУЕМОСТЬ

До последнего рубильника

Текст: Григорий Тарасевич
Художник: Ира Губанова (bc999)

Buenos Aires. Cafeteria



Да, это он. Оберштурмбаннфюрер СС Адольф Эйхман. Долго же мы его искали



Вам кофе?

Кофе вредно для сердца.
Апельсиновый сок,
пожалуйста



Эта новость сделала мой день:
у человека, убившего миллионы
евреев, есть сердце!

Пора брать!



Кто вы?

Кто мы?
Обычные евреи:
картины рисуем,
на скрипочке играем

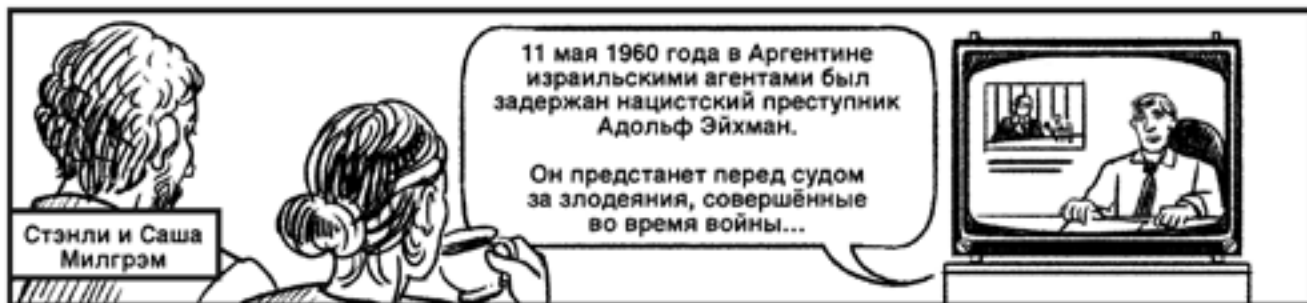


Это мой дядя Адольф.
Он плохо себя чувствует.
Отведём его домой

Счёт за сок оплатит наш
друг, его зовут Моссад

Аргентина

Израиль



Стэнли и Саша Милгрэм

11 мая 1960 года в Аргентине израильскими агентами был задержан нацистский преступник Адольф Эйхман.

Он предстанет перед судом за злодеяния, совершенные во время войны...



Подсудимый Эйхман, считаете ли вы себя виновным?..

Нет! Я честно выполнял приказы начальства. Разве можно считать это преступлением?!

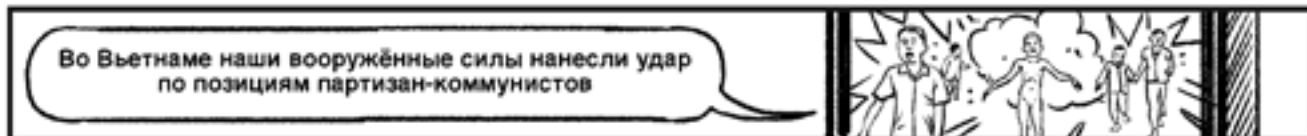


Стэнли, что ты чувствуешь, когда судят человека, убившего столько евреев?

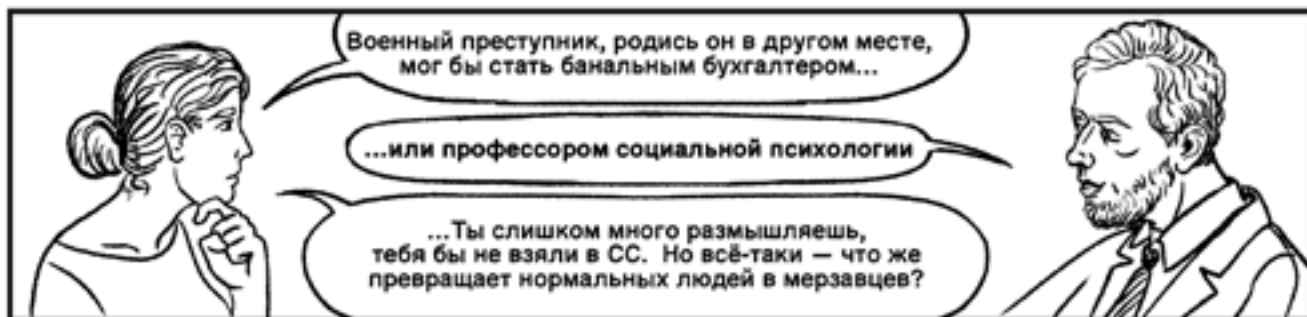
Что я чувствую? Я должен был родиться в еврейской общине Праги и умереть в газовой камере. Как я родился в больнице Бронкса, до конца не пойму...

Я вполне могла оказаться в соседней газовой камере. Но сейчас думаю о другом. Как немцы могли сделать такое? Это же нация Гёте, Шиллера, Гейне... Что с ними произошло?

Саша, дело здесь не в нации, а в сущности человеческой психики. В чудовище может превратиться любой



Во Вьетнаме наши вооружённые силы нанесли удар по позициям партизан-коммунистов



Военный преступник, родился он в другом месте, мог бы стать банальным бухгалтером...

...или профессором социальной психологии

...Ты слишком много размышляешь, тебя бы не взяли в СС. Но всё-таки — что же превращает нормальных людей в мерзавцев?



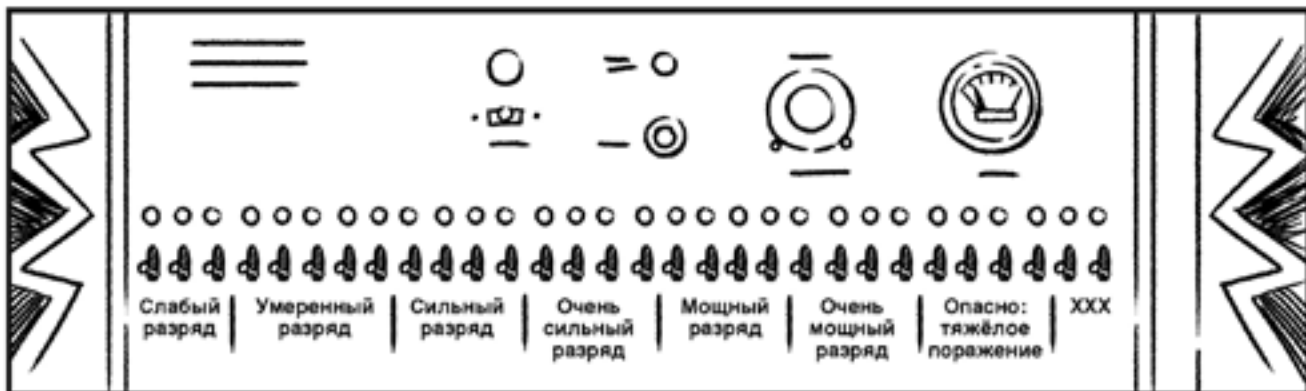
Ты меня спрашиваешь как человека или как учёного?

Как своего мужа, которому предстоит стать великим психологом!

Ты иди спать. А я посижу, подумаю

Ты бы тоже ложился: завтра рано в университет вставать

Чтобы оправдать твои надежды, надо чуточку меньше спать







Подробнее об эксперименте Стэнли Милгрэма читайте в его книге «Подчинение авторитету», которую можно бесплатно скачать в рамках проекта «Всенаука»



БОЛЬНО!

✍ Мария Пази



Боль — это рутина. За один день вы можете спросонья врезаться в угол мизинцем (ауч!), порезаться о край бумаги (ой!), принять таблетку от головной боли (ох!), обжечься, пока готовите ужин (ай-яй!)... И хотя способность ощущать боль кажется таким же обычным чувством, как осязание, обоняние или вкус, всё не так просто. Мария Пази погрузилась в мир боли, чтобы узнать о ней побольше, и выяснила, что «чувствовать боль» и «страдать от боли» — совершенно разные вещи: первая необходима, а от второй вполне можно избавиться.

Боль отличается от других ощущений. Она возникает благодаря рецепторам, но окрашивается эмоциями. Цвета и звуки лишь изредка вызывают сильные эмоции, а болевой стимул почти всегда и всем сумеет подпортить настроение. Иногда боль возникает и вовсе на чистом аффекте: например, когда болит разбитое сердце. В детском саду я сломала лодыжку, катаясь на велосипеде, — ощущения не особенно отличались от несчастной любви в одиннадцатом классе. Правда, будучи отвергнутой, я чувствовала, словно сломаны все кости тела, а не только лодыжка.

Цвет неба или вкус лимона для всех один и тот же, а боль? Если из-за эмоций, это очень личное переживание: стороннему наблюдателю трудно до конца понять чужую боль и почувствовать её как свою. Ради науки мы, конечно, попытаемся подсмотреть и за чужими страданиями, но важно сделать больно и мне. Осталось выбрать способ.



— Я шёл на эксперимент совершенно без ожиданий. Как ни странно, ни разу не подумал, что будет больно. Жена смеялась: «Как идти на эксперимент по исследованию боли и не думать о боли?» — рассказывает Сергей, участник эксперимента. — Но через несколько минут после начала сеанса я уже думал, что зря согласился. Если бы меня попросили предположить, какой будет боль, я бы сказал, что она будет похожа на многократный укол иглой. На деле же оказалось, что это бесконечное шкрябанье или царапанье. Ощущения были очень острыми ещё и потому, что на глазах была маска, а в ушах — беруши. Я был максимально сконцентрирован на процессе. Зато осталась на память татуировка: мальчик верхом на гусе.

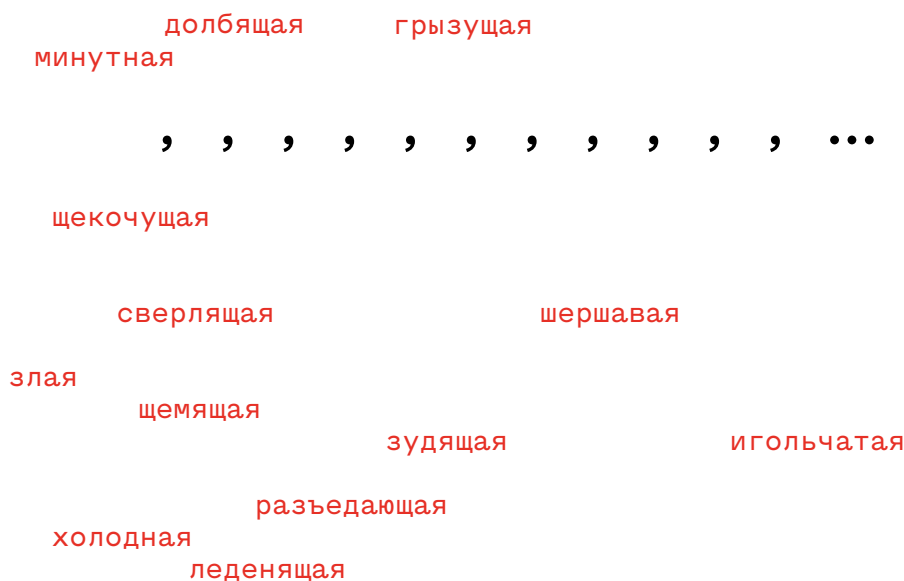
Как причинить боль

— Изучать болевую чувствительность на животных довольно сложно, так как они не могут описать свои чувства словами. Можно наблюдать только косвенные признаки. Скажем, при изучении фантомной боли крысе делают операцию, после которой у неё пропадает чувствительность в лапе. Если развивается фантомная боль, крыса начинает уделять своей лапе слишком много внимания, постоянно грызёт ногти. При самой тяжёлой боли это повышенное внимание переходит в аутоимию: крыса с покусывания ногтей переходит на пальцы, — рассказывает Николай Сыров, исследователь боли, научный сотрудник Центра нейробиологии и нейрореабилитации Сколтеха. — Крысок и других животных жалко. Из-за этого и других сложностей приходится чаще обращаться к людям-добровольцам. Есть разные способы сделать больно: стимулировать зуб током, обстреливать лазером, бить током через игольчатые электроды в коже... Мы придумали забавную экспериментальную методику — изучать мозговую активность во время сеанса татуировки. Обычно при исследовании на добровольцах болевые стимулы очень короткие: никто не разрешит долго делать людям больно. А во время татуировки мы можем изучать длительные стимулы. Кроме того, тату-машина — хорошее средство причинить боль в научных целях: она покалывает кожу с постоянной заданной силой и скоростью, уменьшается вариабельность стимула — добровольцу одинаково больно на протяжении всего периода.

- В эксперименте с татуировками решили принять участие десять человек. Водрузив на голову шапочку для записи электроэнцефалограммы и усевшись поудобнее в кресло, добровольцы подставили художнику правую руку. Глаза им закрыли маской, а в уши вставили беруши. В тишине и темноте люди остались наедине со своей болью.

Я была готова повернуть эксперимент с татуировкой на себе, но, увы, дома не нашлось шапочки для ЭЭГ. Оставалось присмотреться к другим научным методам причинить боль. Учёному дозволено ткнуть, ущипнуть и уколоть добровольца, приложить к коже горячую пластинку, надавить чем-то холодным. Из редких способов законно причинить боль — надуть шарик в органе, который не предполагает растяжения, например в пищеводе. Ко всем этим идеям я отнеслась прохладно, кроме разве что воздействия холода.

23andMe, частная биотехнологическая компания генетической диагностики, предложила домашний тест на болевую чувствительность, который даёт результаты, сопоставимые по точности с исследованиями в лабораторных условиях. Вам понадобится ведро воды ком-



натной температуры, одна восьмая ведра льда, само ведро, таймер и рука. Погрузите руку в ведро с холодной водой и подождите: через 54–83 секунды держать руку в ведре станет неприятно. Мне стало больно через 72 секунды.

Многообразие болевого опыта

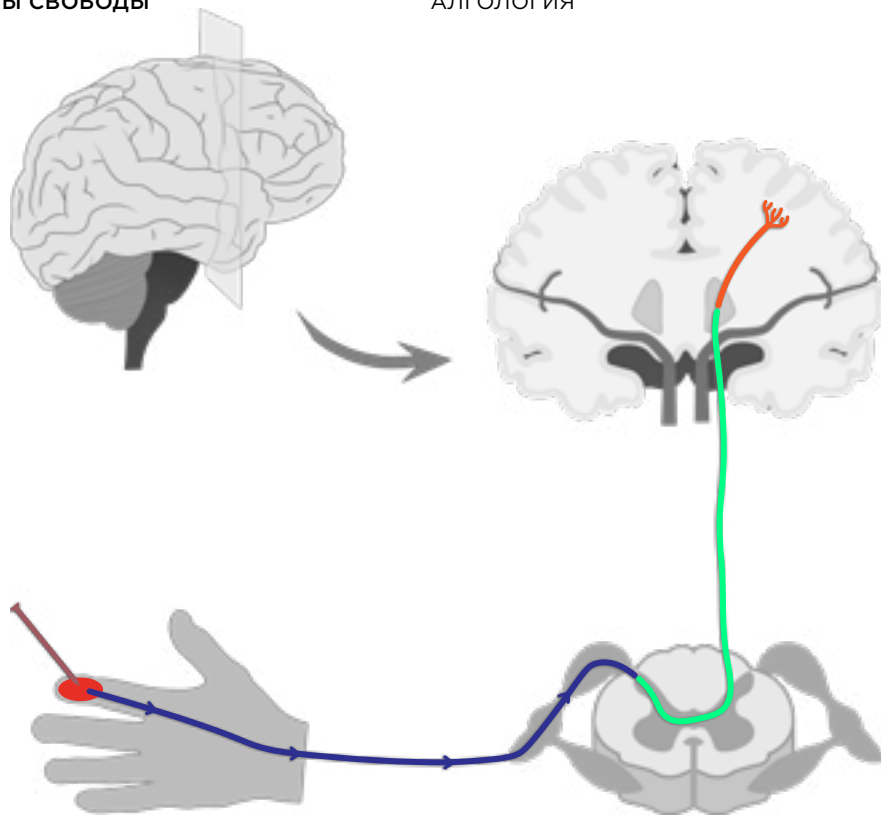
Итак, мне больно. Как мне больно? Если бы рядом стоял учёный, он предложил бы оценить боль по шкале от одного до десяти — тогда примерно четвёрка. Мог бы попросить выбрать картинку, которая наилучшим образом соответствует уровню боли — я бы выбрала челювечка, у которого «слегка болит»: уголки губ направлены вниз, а брови грустно вздёрнуты. Учёный мог бы дать мне опросник боли Макгилла из 78 слов: долбящая, сверлящая, щемящая, разъедающая, леденящая, грызущая... Словарь эпитетов русского языка предлагает ещё массу вариантов: боль бывает зудящая, игольчатая, щекочущая, минутная, холодная, шершавая, злая...

Прочувствовать все эти оттенки (и те, что не вмещаются в рамки языка) мы можем благодаря рецепторам. Они позволяют воспринимать окружающий мир и адаптироваться к нему. Боль — тоже способ адекватно отреагировать на изменение среды. Мы отдёргиваем руку от горячей кастрюли. Если кто-то легонько коснётся моей руки, мне будет приятно, а когда врезаюсь мизинцем в угол, те же рецепторы сообщают, что лучше так больше не делать.

Болевую чувствительность, ноцицепцию, обеспечивают рецепторы трёх типов.

- Механические рецепторы реагируют на чрезмерное давление или растяжение ткани как снаружи, так и изнутри. Если кто-то ткнёт вас пальцем или иголкой, будет больно.
 - Химические рецепторы чувствуют воздействие агрессивных химических веществ, например кислоты (представьте боль в мышцах после тренировки — это молочная кислота).
 - Температурные рецепторы посылают сигнал боли при температуре выше 45 °C или ниже 15.
- Боль, воспринимаемую механическими рецепторами, можно назвать давящей или, как боль добровольцев из эксперимента с татуировкой, игольчатой. Химическими — пусть будет разъедающей. А моя боль, стало быть, леденящая.

Проблема в том, что работа рецепторов мало что объясняет. Ноцицепция — это ещё не боль.



Любая боль головная

— Боль — сложное переживание. В голове сигнал сначала попадает в таламус, фильтр всех наших ощущений, — объясняет Николай Сыров. — И затем боль обретает прописку в соматосенсорной коре. Именно этот отдел мозга отвечает на вопросы, где болит и как болит. Наконец, эмоциональный компонент боли, то есть страдание, создают лимбическая система и передняя островковая доля.

Рецепторы — детекторы опасности, которые посылают сигналы тревоги, когда что-то давит и сжимает, становится слишком горячим или кислым. Ноцицепция — защитная реакция, которая позволяет отстраниться от болезненного стимула. Но чтобы стать чувством боли, сигналу придётся преодолеть забег на длинную дистанцию по нервной системе.

От моей руки в ведре со льдом сигнал сначала попадает в центры боли в спинном мозге, где принимается решение, пропускать сигнал дальше в головной мозг или проигнорировать. Вот сигнал превысил установленный порог, центр боли дал зелёный свет, и леденящая боль мурашками добежала до головы.

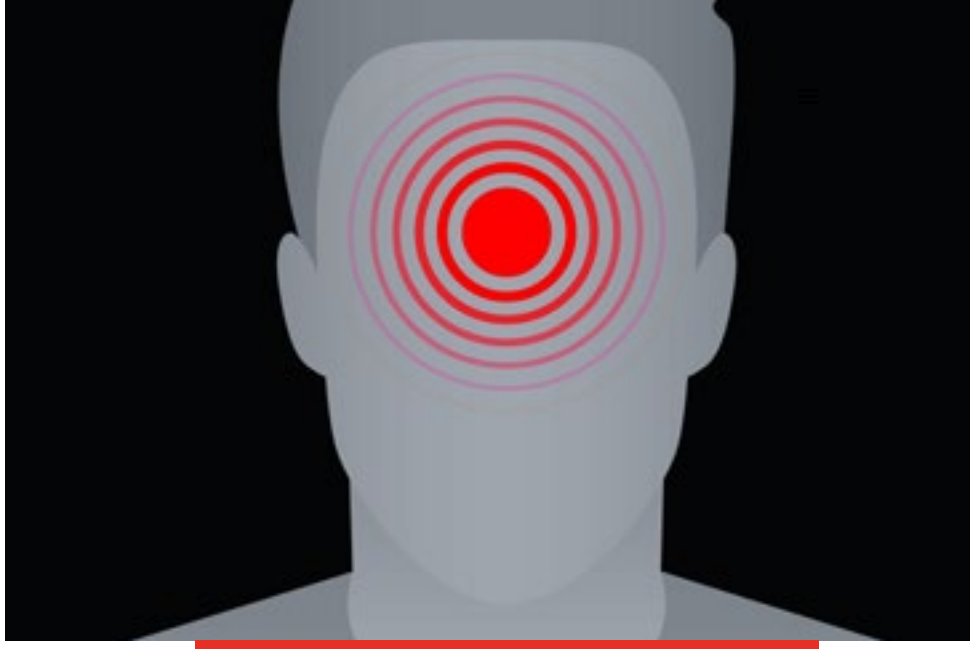
Пока сигнал от рецепторов идёт в мозг, он интенсивно обрабатывается. А теперь внимание: в мозге есть области, способные избавить нас от неприятных ощущений! Это центры ствола мозга, которые притормаживают работу центров боли, чтобы не устраивать панику на ровном месте. Способность мозга контролировать боль вы не раз наблюдали в обычной жизни. Вы отдернете руку от обжигающе горячей чашки с чаем, но если вы уже несёте её и к тому же это ваша любимая чашка, в сторону вы её не отбросите, пусть ноцицепторам и будет очень неприятно.

Кроме того, боль — результат обработки мозгом информации об опасностях окружающей среды, о культурных нормах, ожиданиях, а ещё информации от других органов чувств. В одном эксперименте исследователи прикладывали к руке испытуемого стержень температурой $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, а цветовые подсказки влияли на восприятие стимула. Когда мигала красная лампочка, стержень казался горячим и очень болезненным. Синие сигналы делали его холодным, а боль не такой сильной.

Я могла бы повторить эксперимент со льдом в ведре, дополнив его мигающими красными и синими лампочками. Но снова совать руку в ледяную воду как-то не очень хочется. Это важное отличие ноцицепции от боли — роль воспоминаний о предыдущих воздействиях.

Ноцицепция не сама по себе приводит к изменениям в поведении, из-за которых мы в будущем стараемся избегать боли. О боли приходится думать, вспоминать — учиться на своих страданиях. Для обучения на страданиях нужен мозг или похожая сложная система.

Получается, ноцицепторы не посылают в мозг боль. Вся боль создаётся мозгом. Боль всегда в голове, даже если это не головная боль.



Фантом боли

Из-за сложной организации болевой чувствительности возникают всяческие казусы. Можно испытывать боль без ноцицепции и иметь ноцицепцию без боли. Может быть больно, когда болеть нечему. Так, при хронической боли ощущения сохраняются даже без травмирующего раздражителя. При аллодинии боль возникает в ответ на стимул, который не должен вызывать боль, — даже на самое ласковое поглаживание.

Патологическая боль, как правило, возникает из-за взбунтовавшихся нейронов в «болевой матрице». У нейронов повышается чувствительность, они легче возбуждаются и легче принимают решение, что уже больно. Иногда нейроны становятся такими чувствительными из-за врождённой поломки в генах. Иногда — потому что им долго и мучительно «названивают» болевыми сигналами. Нейроны начинают подстраиваться под интенсивность звонков, например увеличивают количество «телефонов» — рецепторов, принимающих болевые импульсы. Чем больше телефонов-рецепторов, тем легче нейрону принять звонок и тем меньшая интенсивность стимула нужна, чтобы нейрон отреагировал «ауч!».

Так, например, развивается хроническая боль после операции. Место, где была операция, сначала долго и плодотворно болит, нейроны болевой матрицы становятся слишком чувствительны. Когда всё заживает, перевозбуждённые нейроны продолжают болеть сами по себе. У меня всё ещё болит, отдавая в бровь, правый висок после операции по вживлению электродов кохлеарного импланта. Хотя киборгом я стала уже больше года назад, усмирить бунтующие нейроны в матрице боли мне пока не удаётся.

Фантомные боли, возникающие, когда болит ампутированная часть тела, отчасти тоже появляются из-за повышенной чувствительности нейронов. Но в этом случае хуже начинает работать и система торможения боли. Вместе с потерей конечности человек теряет чувствительность: не ощущает ни прикосновений, ни температуры. Эти сигналы могли бы притормозить боль, но в их отсутствие руки у центра боли оказываются развязаны, и ему удаётся дозвониться до сознания. В результате у человека чудовищно болит рука, которой нет.

«Как будто кожа на моей руке содрана; на неё насыпают соль, а затем бросают в огонь. Иногда мне кажется, что пальцы на моей ампутированной руке бесконтрольно двигаются», — описывает фантомную боль пациент, которому ампутировали руку после аварии. От другого описания мурашек не меньше: **«Как будто я лежу в гнезде насекомых, и они постоянно ползают не только снаружи, но и внутри моего тела».**

На вопрос, как люди справляются с фантомной болью, один из пациентов отвечает: «Я просто терплю». Если бы болела сломанная рука, помогли бы анальгетики. Классические вроде морфия или новое поколение обезболивающих, которые действуют на сами рецепторы боли. Такие, например, разрабатывают в лаборатории нейрорецепторов и нейрорегуляторов Института биоорганической химии РАН. Всё становится сложнее, когда болит рука, которой нет. Происходит сбой в матрице боли: где-то в сложной системе нейроны перевозбуждены или неправильно и недостаточно тормозятся. А значит, матрицу придётся перезагрузить.

Словарь боли

Асимболия — боль не вызывает эмоций. Больно, но не неприятно.

Аллодиния — боль в ответ на безобидный, безболезненный стимул.

Гипералгезия — повышенная болевая чувствительность, когда даже лёгкий болевой стимул невыносим.

Нейропатическая боль — возникает из-за избыточного возбуждения нейронов в сети болевой чувствительности.

Фантомная боль — боль в отсутствующей части тела.

Фибромиалгия — хроническая боль в мышцах, связках и сухожилиях.



— Будущее анальгезии за нейростимуляцией, — продолжает Николай Сыров. — Это и транскраниальная магнитная стимуляция, когда очаги болезненной активности мозга подавляют электромагнитным полем; и глубокая стимуляция мозга, когда в мозг имплантируют очень тонкий электрод. Ещё один способ — нейрокомпьютерные интерфейсы. Такие системы сейчас пытаются внедрить в реабилитацию после инсульта. Кажется логичным: пациент не может двигать рукой или ногой — так давайте он представит, что хочет ими двигать, мы по сигналам мозга увидим это намерение и запустим экзоскелет, который приведёт в движение нужную часть тела. Можно погрузить пациента в виртуальную среду, где он будет управлять движениями аватара. Задача этих тренажёров — дать обратную связь в ответ на мысленные усилия. Связать намерение к движению с самим движением. Разработкой таких интерфейсов занимаемся мы с коллегами. Отчасти интерфейсы мозг — компьютер и виртуальную обратную связь можно использовать, чтобы справиться с фантомными болями. Виртуальный аватар заменяет утраченную конечность. Это цифровой вариант одной из первых методик лечения фантомной боли — зеркальной терапии.

Как победить боль

Можно, например, загипнотизировать пациента. В экспериментах с помощью гипноза удалось изменить активность центров обработки боли: таламуса и поясной извилины. Можно научить матрицу боли успокаивать саму себя с помощью нейрофидбэка. Методика состоит в том, что человек получает в игровой форме обратную связь от организма и учится управлять им. В случае боли пациенту предоставляют информацию об активности его мозга. Скажем, машинка в компьютерной игре едет тем быстрее, чем более спокойной и расслабленной выглядит электроэнцефалограмма. Разгоняя машинку от игры к игре, пациент чувствует, что всё лучше контролирует боль.

При зеркальной терапии между ампутированной и здоровой конечностью помещают зеркало. Пациент делает движения здоровой рукой или ногой, а в зеркале как будто движется отсутствующая конечность. На неё реагируют зеркальные нейроны — эти нейроны возбуждаются при наблюдении за действиями другого человека. В данном случае — при наблюдении за отражением. Тогда пациент с фантомной болью может испытывать такие же ощущения в ампутированной части тела, как и в здоровой, даже тактильные. Это перезагружает матрицу, а иллюзия тактильных и визуальных ощущений от несуществующей руки уменьшает боль. Зеркальная иллюзия — небольшой внетелесный опыт, который позволяет справиться с болью. Способ радикальнее — переехать в чужое тело целиком. Однажды учёные из Швеции прикрепили к голове манекена две камеры, подключив их к двум маленьким экранам, расположенным перед глазами участника эксперимента. В результате возникла иллюзия, что человек смотрит глазами манекена. Чтобы дополнить её, учёные одновременно поглаживали живот манекена и испытуемого, который наблюдал за поглаживанием через глаза-камеры. В результате испытуемые сообщали, что чувствуют, будто тело манекена — их собственное тело. Иллюзия была настолько убедительной, что, когда исследователи начали угрожать манекену ножом, испытуемые не на шутку струхнули. С помощью переезда в тело манекена учёные предложили лечить фантомную боль.

«Мы начали понимать, что существует связь между ощущением боли и восприятием собственного тела», — пишут авторы исследования. Впрочем, намного раньше учёных из Швеции о роли боли в самосознании говорил Рене Декарт.

Мне больно, следовательно, я существую

(ой!)

Декарт первым связал боль с активностью мозга. Он также считал боль одним из телесных состояний, которые «научат меня, что „я“ и моё тело составляем единое целое». Наш мозг обрабатывает информацию об ощущениях в теле, в том числе о боли. Так возникает основа самосознания — ощущение своего субъективного присутствия. Работу очень важной для нашего сознания области мозга — островка — связывают с умением человека ощущать собственное сердцебиение, неболевые стимулы тепла и холода, равновесия. Все сигналы органов чувств, от положения тела в пространстве до того, что мы слышим и видим, интегрируются в единый образ «я».

(ох!)

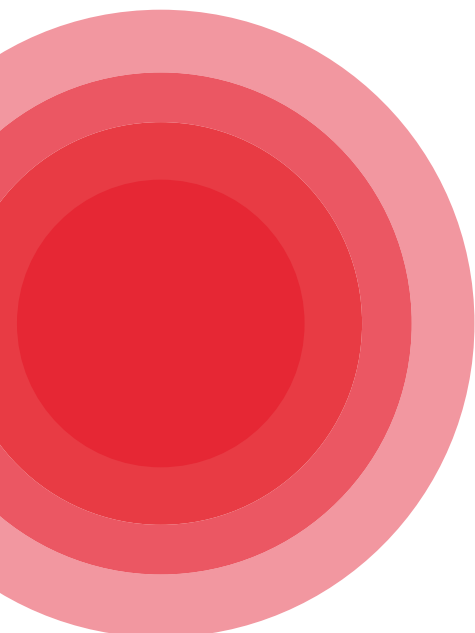
Так же как боль важна для восприятия собственного тела, ощущение собственного телесного «я» важно для восприятия боли. По данным исследований, способность представить чужую боль развита тем лучше, чем внимательнее люди относятся к своим телесным ощущениям. А ещё бывает, что человек перестаёт чувствовать себя собой, как будто ему не принадлежат ни его собственное тело, ни чувства, ни мысли. Иногда при такой деперсонализации «я» и боль никак не связываются, и возникает асимболия. Боль при асимболии осознаётся, люди чувствуют её так же остро, как и все остальные, но отрицательная эмоциональная окраска напрочь отсутствует. Боль есть, а страданий нет.

(ауч!)

«После укола в правую ладонь пациентка радостно улыбается, немного морщится, а затем говорит: „О, боль, это больно“. Она смеётся, протягивает руку ближе к исследователю и поворачивает её, чтобы показать со всех сторон... Выражение лица пациентки самодовольное. Такая же реакция наблюдается после уколов в лицо и живот», — описывают такой случай учёные. Асимболия развивается, когда у человека повреждена островковая кора, та самая, что связана с самоощущением и персонализацией. Так что асимболия — деперсонализация боли: пациенты ощущают боль в теле, но это не «их» боль. Интересно, что о подобных ощущениях боли без страдания говорят и буддистские монахи, которые учатся воспринимать своё «я» как иллюзию. Что ж, боль по крайней мере позволяет чувствовать себя собой. Пока я писала этот текст, я вполне была собой: у меня замёрзла рука и болела голова, я ударилась об угол мизинцем и обожглась чаем. Декарт, пожалуй, мог бы сказать: «Мне больно, следовательно, я существую». ^_^

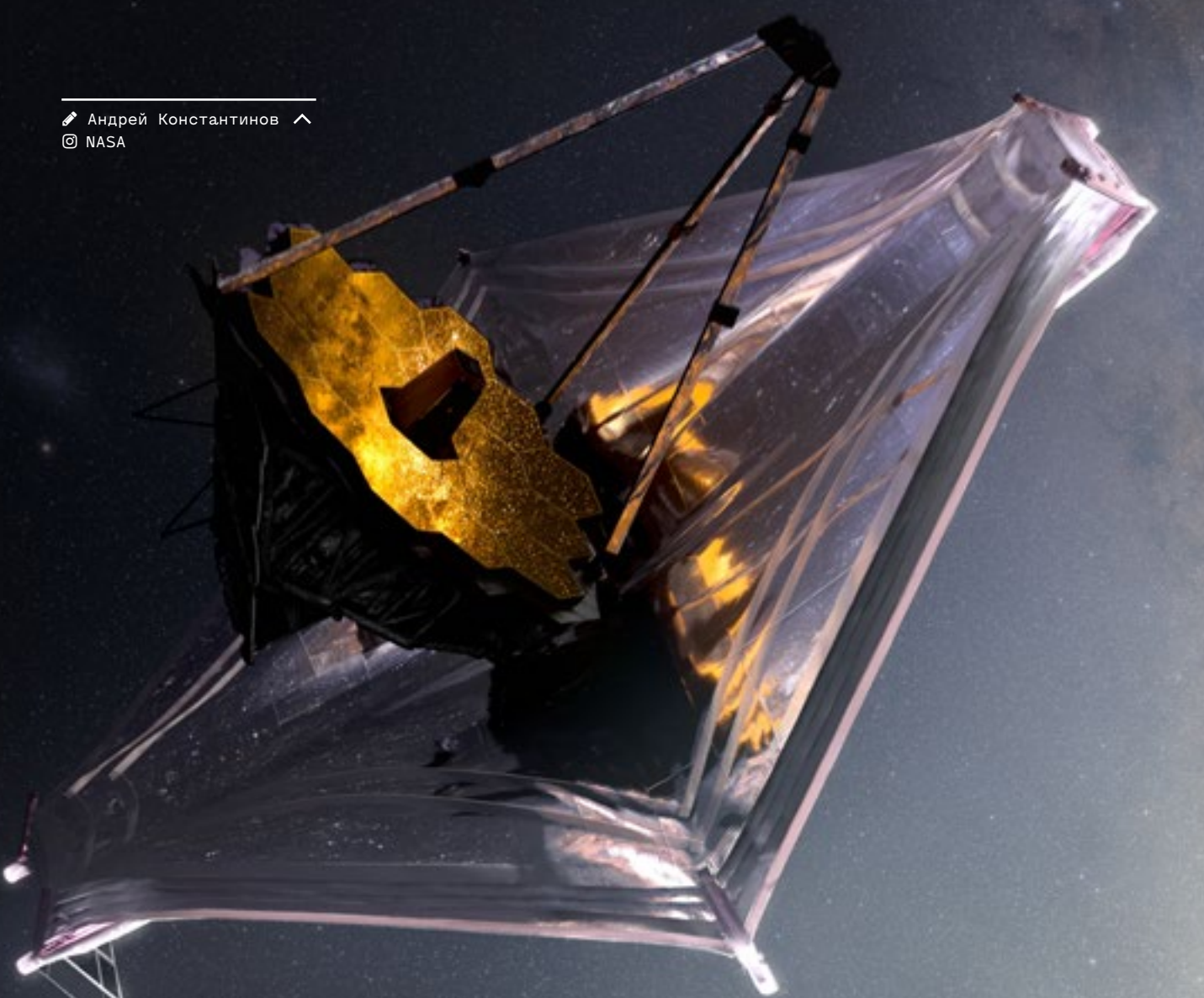
(ай-яй!)

О, боль, это больно!



Вселенная «Джеймса Уэбба»

✍ Андрей Константинов ^
📷 NASA



Самые зрелищные и информативные научные фото 2022 года были сделаны космическим телескопом «Джеймс Уэбб», который уже полгода работает на орбите и меняет наши представления о Вселенной. Давайте вспомним важнейшие снимки «Уэбба». Но будьте внимательны: один из снимков — фальшивка! Попробуйте угадать, какой именно. Ответ узнаете в конце.

1.



12,5 часа — это нормально,
у «Хаббла» на один снимок
нередко уходит по неделе

Телескоп размером со скопление галактик

Первое опубликованное фото «Джеймса Уэбба» показало нам раннюю Вселенную с самым высоким разрешением из когда-либо сделанных снимков. С этой картинки, облетевшей мир 11 июля нынешнего года, в астрономии началась новая эра.

Изображение покрывает участок неба размером примерно с песчинку, которую человек на Земле держит на расстоянии вытянутой руки. На снимке запечатлено массивное скопление галактик SMACS 0723, каким оно было приблизительно 4,6 млрд лет назад. Видны тысячи галактик!

Так далеко в прошлое учёным удалось заглянуть благодаря эффекту гравитационного линзирования. «Кривые» галактики вокруг центра снимка — это не дефект оптики, а искривление света гравитационной линзой — невидимым на снимке скоплением галактик, которое находится между нами и SMACS 0723 и, словно природный телескоп, визуально приближает его к нам.

«Уэбб» видит всё в инфракрасном свете, поэтому любые видимые нами цвета — результат обработки, но не произвольной: разные длины инфракрасных волн кодируются разными цветами. Камера ближнего инфракрасного диапазона NIRCam делала с борта обсерватории снимки на разных длинах волн, а потом программа их объединила. Общее время экспозиции — 12,5 часа (это нормально, у «Хаббла» на один снимок нередко уходит по неделе).

Давным-давно в далёкой- далёкой галактике...

Астрономы не ожидали увидеть в ранней Вселенной такое количество уже сформировавшихся правильных дисков галактик. Однако самая древняя галактика, попавшая в объектив «Уэбба» благодаря гравитационным линзам, неправильной формы. Предполагают, что ей 13,5 миллиарда лет, то есть мы видим GLASS-z13 такой, какой она была всего через 300 миллионов лет после Большого взрыва! Галактика карликовая, массой в миллиард солнечных — наша в 500 раз тяжелее и в 60 раз больше в диаметре. Красный цвет GLASS-z13 связан с красным смещением — сдвигом цветов в сторону красного участка спектра у быстро удаляющихся объектов (а чем дальше от нас объект, тем быстрее он удаляется).

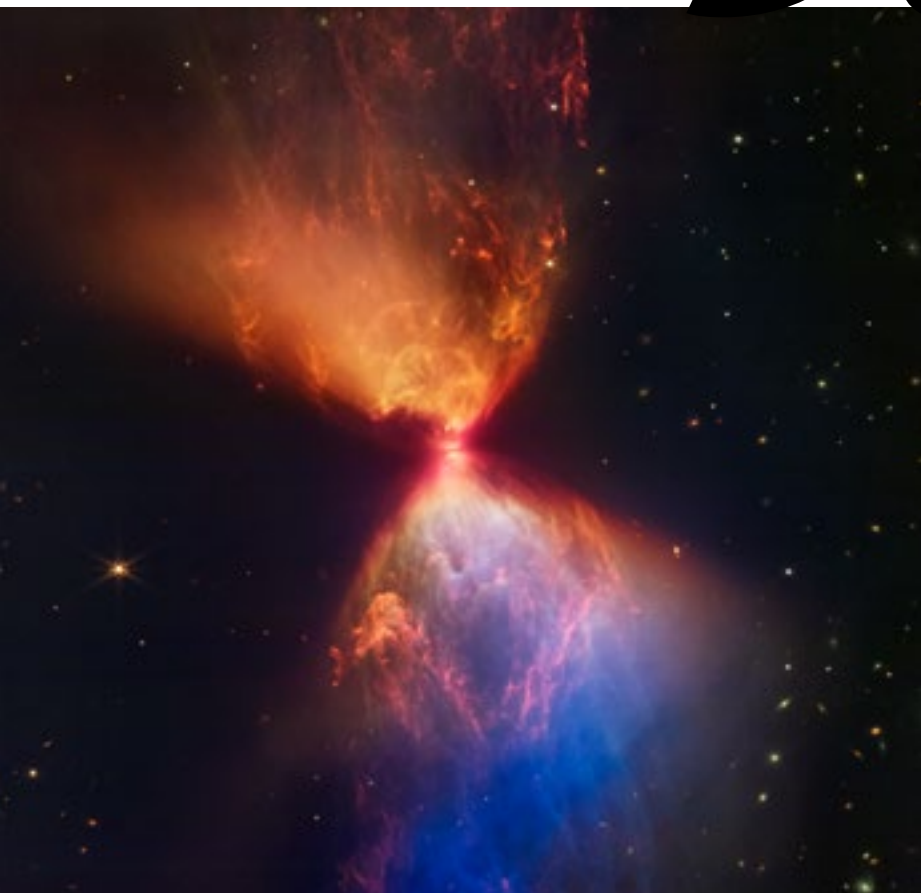


3.

Рождение звезды

В центре этого снимка, названного «огненными песочными часами», — протозвезда, зародыш звезды возрастом всего-то в 100 000 лет, собирающий вещество из окружающего молекулярного облака. Вещество закручивается по спирали, создавая плотный аккреционный диск, подающий материал на протозвезду.

Диск, который мы видим как тёмную полосу в самом центре, размером примерно с Солнечную систему. Часть его материала слипается — это зачатки планет. Примерно так Солнечная система выглядела в младенчестве. Протозвёзды не генерируют энергию, а инфракрасное излучение, регистрируемое «Уэббом», вызвано ударными волнами от потоков вещества, падающего на протозвезду. Часть вещества вылетает обратно, образуя что-то вроде джетов. Выбросы звезды очистили от пыли пространство над и под ней — эти области мы и видим как песочные часы. Сейчас протозвезда — комок газа массой от 20 до 40% солнечной. Постепенно в нём образуется сверхгорячее ядро, где начнутся термоядерные реакции. И загорится новая звезда.



4.

Кольца Юпитера

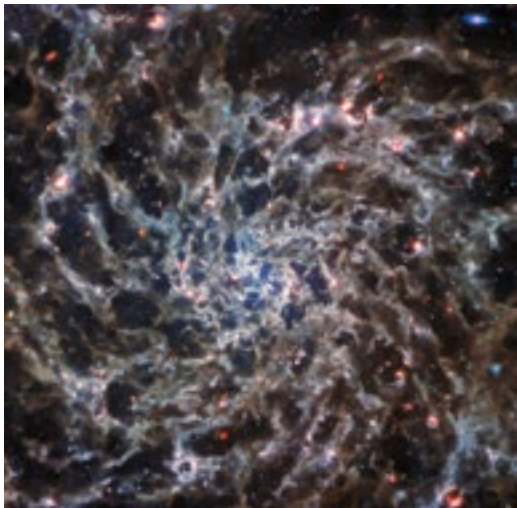
Таким «Уэбб» видит Юпитер — в инфракрасном диапазоне появляются яркие полярные сияния, есть даже тонкие кольца. Слева, если приглядеться, можно увидеть два небольших спутника газового гиганта. Тот, что поярче, — Амальтея, тот, что поближе к планете, — Адрастея.



5.

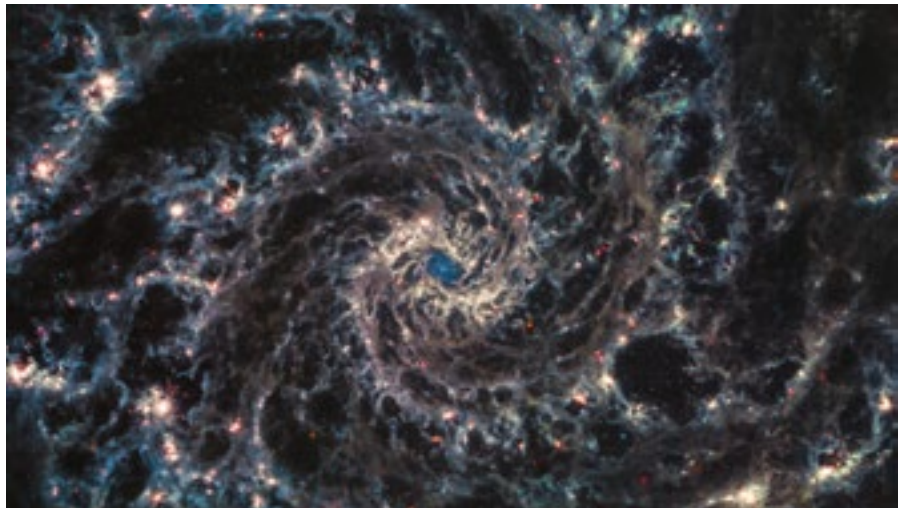
А.

Галактика IC 5332 в 30 миллионах световых лет от нас.



Б.

Центр галактики M74 в 35 миллионах световых лет. Вероятно, очищен от пыли сверхгигантской чёрной дырой.



Водовороты звёздной пыли

Благодаря своему инфракрасному зрению «Уэбб» видит спиральные галактики не совсем так, как мы привыкли.

6.

Когда галактики сталкиваются

Галактика Колесо Телеги в 500 миллионах световых лет от нас — результат высокоскоростного столкновения большой спиральной галактики с меньшей галактикой (на снимке не видна). У Колеса два кольца: яркое внутреннее и внешнее разноцветное. Они расширяются наружу от центра столкновения, как рябь в пруду от брошенного камня. Астрономы называют Колесо кольцевой галактикой — такие встречаются гораздо реже, чем спиральные.



Тайна Квинтета Стефана

7 ●

А.

Б.

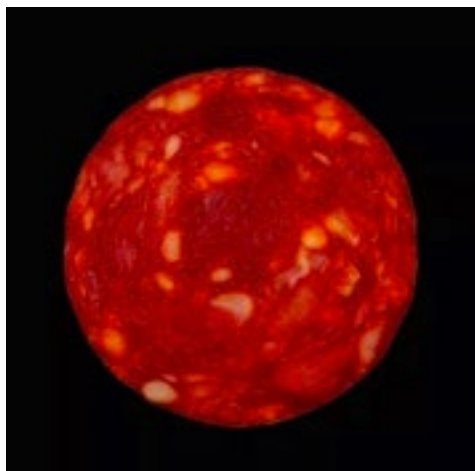
А. Квинтет Стефана — группа галактик, эффектно снятая «Уэббом». Две галактики в центре находятся в процессе слияния, а красные всполохи над ними — ударная волна от этого катастрофического события (хотя столкновение звёзд при этом практически не происходит, они слишком далеки друг от друга).

Б. Недавно обнаружили, что эти две сливающиеся галактики обволакивает гигантское облако атомов водорода — самое большое в видимой Вселенной! Оно в 20 раз больше нашей галактики — чтобы пройти сквозь него, свету требуется 2 миллиона лет.

Космос кажется бескрайней пустотой, освещённой редкими звёздами, но большая часть вещества сосредоточена не в звёздах, а в рассеянном в пространстве газе. Девять десятых этого газа — атомы водорода, но вблизи таких мощных источников излучения, как галактики, они должны ионизироваться: атомарный водород должен превратиться в плазму из протонов и свободных электронов. А с этим облаком, образовавшимся, судя по всему, в результате столкновения галактик, что-то не так: атомы водорода в нём остались целы.



8.



Красный карлик вблизи

Инфракрасный снимок ближайшей к Солнцу звезды Проксимы Центавра — впервые с таким уровнем детализации. Расстояние до звезды — 4,25 светового года. Особый интерес к этому красному карлику возник несколько лет назад после обнаружения у звезды землеподобной планеты Проксима b, находящейся в обитаемой зоне. После этого были обнаружены ещё две экзопланеты, расположенные ближе и дальше от звезды, чем Проксима b.

Звёздные ясли

9.

Туманность Тарантула расположена в Большом Магеллановом Облаке — маленькой на самом деле галактике, похожей на клочковатое облако, спутнике Млечного Пути.

Царство Тарантула простирается на тысячу световых лет — это самые большие «звёздные ясли» во всей Местной группе галактик. Здесь было преогромное облако молекул, из которого родилось целое поколение молодых

звёзд, а какие-то ещё только вызревают.

Туманность Тарантула — родина самых горячих и массивных из известных звёзд, некоторые из них в миллионы раз ярче Солнца. Мощнейшее излучение этих бледно-голубых гигантов разгоняет газопылевые облака и заставляет их светиться. А в центре образуется пузырь пустоты, заметный даже нам из соседней галактики.

Чем дальше от молодых горячих звёзд, тем плотнее газопылевые облака из молекул, пригнанных сюда звёздным ветром от этих массивных светил. Здесь газ обретает цвет ржавчины, значит, туманность богата сложными углеводородами. Этот плотный газ — материал, из которого сформируются будущие звёзды.





Кто сотворил Столпы Творения

А. Эту фотографию вы наверняка узнали — на ней Столпы Творения, самые знаменитые космические ясли. Красные участки — там, где пасти трёхглавого дракона, — новорождённые звёзды, изрыгающие плазму. Вот только Столпов на самом деле уже нет, разнесло взрывом сверхновой. Но мы увидим это только через столетия.

Б. Ещё один снимок Столпов Творения, сделанный «Уэббом». На предыдущем хорошо видны новорождённые звёзды, на этом — строительные материалы для них, холодные плотные облака газообразного водорода и космической пыли примерно в 7 000 световых лет от Земли.

Учёные исследуют звёздную пыль и входящие в её состав молекулы, которые отражают свет новых звёзд, вспыхнувших поблизости. Самое интересное — что среди них есть довольно сложная органика.

Кстати, знаете, как возникли Столпы? Кажется, что шеи трёхглавого чудища вытянулись вперёд и вправо из первозданного хаоса слева внизу. В реальности наоборот: справа сверху дует звёздный ветер, излучаемый массивными звёздами, он гонит газ и пыль влево вниз. Но в «головах Горыныча» появились новорождённые звёзды, гравитация которых удерживает пыль, а их магнитные поля отражают звёздный ветер.

Б. 10. А.



А по-моему, Кляйн всё правильно сделал. Все отлично повеселились и извлекли урок. А на обиженных воду возят



Так какая же из фотографий — фальшивка?

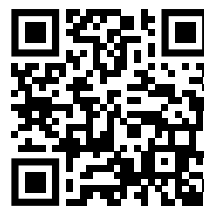
Вы наверняка догадались: восьмая. На ней не Проксима Центавра, а кусок колбасы чоризо. 31 июля 2022 года директор по исследованию Комиссарията по атомной энергии Франции Кляйн опубликовал в Twitter этот снимок, назвав его «Проксима Центавра от «Уэбба». Твит репостнули тысячи раз, прежде чем учёный признался, что это шутка, а на фотографии — икру колбасы. Все страшно обиделись, и после критики Кляйну пришлось объяснить, что он не хотел никого обмануть. Хотел лишь продемонстрировать, как распространяется информация в интернете.

Сдаём ЁГЭ

По Веному, супу, драконам
и Мамонтёнку, ищущему маму



Представляем очередную порцию нашего фирменного теста ЁГЭ. Напомним, что это блюдо только внешне напоминает единый государственный экзамен. Наш рецепт совсем другой. В качестве поваров выступают не суровые эксперты, а весёлые школьники и студенты. И темы для приготовления теста берутся самые легкомысленные. Ну а питательные свойства примерно такие же: знание школьной программы, общая эрудиция и немножко здравого смысла.



На этот раз мы публикуем задания, составленные участниками проекта «Наука. Территория героев», который ежегодно проводится при поддержке АНО «Национальные приоритеты» и Министерства науки и высшего образования России. Из 600 вопросов мы отобрали самые интригующие.



1. ЁГЭ по Мамонтёнку, который ищет маму

В мультфильме Мамонтёнок сквозь вьюгу и ветер плывёт на льдине в поисках мамы. К счастью, все остались целы и невредимы. Почему же лёд никогда не тонет в воде? Чем можно объяснить это явление?

- А. Солёностью морской воды
- Б. Подводными течениями
- В. Обилием микроскопических пор во льду
- Г. Силой поверхностного натяжения
- Д. Разницей в плотности воды и льда
- Е. Лёд тонет в воде, история Мамонтёнка — это сказка

2. ЁГЭ по Айболиту

Корней Чуковский пишет о добром докторе Айболите, который отправился в Африку лечить заболевших зверей:

И к полосатым

Бежит он тигрятам,

И к бедным горбатым

Большим верблюжатам...

Что не так в этой трогательной истории?

- А. Маленькие верблюды не бывают горбатыми
- Б. Маленькие тигры не бывают полосатыми
- В. В Африке не водятся верблюды
- Г. В Африке не водятся тигры
- Д. На Земле нет мест, где встречаются и тигры, и верблюды
- Е. Айболит старенький и бегать не может

Авторы:

- 1, 3. Наталья Ершова,
ПМГМУ
им. И.М. Сеченова
- 2. Софья Тихонова,
Волгоградский колледж
ресторанного сервиса
и торговли
- 4. Милана Миталёва,
ГАОУ АО ДО
«Региональный
школьный технопарк»
(Астрахань)

3. ЁГЭ по Алисе в Стране чудес

В сказке Льюиса Кэрролла есть такой персонаж, как Шляпник. Он показан человеком, скажем мягко, немного не в своём уме. И действительно, представители этой профессии — изготовители шляп — нередко страдали психическими расстройствами. Всему виной металл, который до XX века использовался для обработки фетра, идущего на шляпы. Именно его пары и соединения отравляли организм. Что это было за вещество?

- А. Мышьяк
- Б. Сера
- В. Фтор
- Г. Ртуть
- Д. Вольфрам
- Е. Золото

4. ЁГЭ по драконам

Представьте, что некая киностудия решила отказаться от компьютерных симуляций и пригласила на роль дракона настоящее животное. Режиссёр внимательно просмотрел претендентов и понял, что только один из них похож на главного героя. Кто?

- А. Драконкулюс обыкновенный
- Б. Комодский варан
- В. Большой морской дракон
- Г. Зелёный хвост дракона
- Д. Белый хвост дракона
- Е. *Dracunculus medinensis*



СВОИМИ МОЗГАМИ



5. ЁГЭ по Веному

В теле главного героя поселяется инопланетное существо, которое наделяет его суперспособностями, лечит любые болезни и при этом питается фенилэтиламином из организма человека. Как в биологии называются подобные отношения?

- А. Хищничество
- Б. Конкуренция
- В. Паразитизм
- Г. Комменсализм
- Д. Симбиоз
- Е. Крепкая мужская дружба

6. ЁГЭ по «Властелину колец»

Помните Кольцо Всевластья, которое даёт могущество тому, кто его надевает? Безграничная власть — штука опасная, именно она породила зло во всём Средиземье. Чтобы уничтожить кольцо, его надо бросить в жерло вулкана. Если кольцо сделано из золота, при какой температуре оно расплавится?

- А. 157 °С
- Б. 224 °С
- В. 1064 °С
- Г. 8782 °С
- Д. 23345 °С
- Е. Золото — благородный металл, поэтому расплавить его невозможно

7. ЁГЭ по сериалу «Теория Большого взрыва»

Название этого сериала знают даже те, кто никогда его не смотрел и вообще ненавидит комедии с закадровым смехом. А кто придумал это словосочетание — Большой взрыв?

- А. Альберт Эйнштейн. Теория Большого взрыва — частный случай теории относительности
- Б. Джоэль Мюррей. Он не только один из режиссёров сериала, но и известный астрофизик
- В. Стивен Хокинг — это его теория
- Г. Шелдон Купер, реально существующий прототип главного героя сериала, профессор Калифорнийского технологического института
- Д. Фред Хойл. Он хотел подшутить над коллегами, считавшими, что Вселенная родилась в результате мощного взрыва
- Е. Такой теории нет — её выдумали специально для сериала



Авторы:

- 5. Виталий Хрикин, Армавирский механико-технологический институт
- 6, 7. Алёна Комарова, Гуманитарно-педагогическая академия (Ялта)
- 8, 10. Милана Миталёва, ГАОУ АО ДО «Региональный школьный технопарк» (Астрахань)
- 9. Арина Филимонова, МАОУ «Лицей № 38» (Нижний Новгород)



8. ЁГЭ по супу

Говорят, в одном из манускриптов итальянского учёного и художника Леонардо да Винчи есть запись, резко прерывающая письменные размышления на тему геометрии. «И так далее, потому что суп остывает», — торопливо написал маэстро. Какой из супов не мог ждать проголодавшегося Леонардо да Винчи (какого блюда в меню просто не могло быть)?

- А. Гороховый с зеленым
- Б. Капустный с рисом
- В. Чечевичный с луком
- Г. Чечевичный с чесноком
- Д. Томатный с петрушкой
- Е. Грибной со сливками

9. ЁГЭ по стихам Александра Блока

В стихотворении Александра Блока птица Гамаюн:

Вещает иго злых татар,
Вещает казней ряд кровавых,
И трус, и голод, и пожар,
Злодеев силу, гибель правых...

Почему в одном ряду с голодом и пожаром упоминается трус?

- А. Потому что трусость — это тоже наказание
- Б. Слово «трус» использовано здесь в значении «землетрясение»
- В. В стихотворении перечислены всадники Апокалипсиса
- Г. Имеется в виду трусость союзников
- Д. Трус — это холод, заморозки
- Е. Блок, записывая стихи, ошибся. Он хотел написать «гнус»

10. ЁГЭ по волшебным предметам

Учёные в передовых физических лабораториях разрабатывают метаматериалы, обеспечивающие отрицательные показатели преломления света. Из них можно будет изготовить предмет, который не раз использовали герои сказок, фантастических романов и даже лично Гарри Поттер. Что это?

- А. Ковёр-самолёт
- Б. Волшебная палочка
- В. Шар предсказаний
- Г. Скатерть-самобранка
- Д. Плащ-невидимка
- Е. Крестражи

1. Про Мамонтёнка

Правильный ответ: Д
 При замерзании объём воды увеличивается, а плотность уменьшается. В жидком состоянии вода плотнее, поэтому лёд не её поверхности не тонет. Благодаря этой закономерности на Земле жидкие моря. Если бы лёд был тяжелее воды, то опускался бы на дно и не прогревался – возможно, тогда океаны никогда бы не оттаивали, жизнь на Земле не развилась до современного состояния и вы бы не читали этот журнал. Некоторые другие факторы тоже сказываются на плавучести льда, например его пористость или солёность воды. Но в формулировке вопроса есть слово «всегда», то есть имеются в виду случаи и абсолютно пресной воды, и абсолютно монолитного льда.

2. Про Айболита

Правильный ответ: Г
 У молодых верблюдов есть горб, а у молодых тигров – полосы. Мест, где верблюд мог бы встретиться с тигром, на планете немного – в Центральной Азии или Индии. Но Айболит был в Африке, там нет тигров.

3. Про Алису

Правильный ответ: Г
 Даже если вы не знали историю про шляпников и ртуть, ответ можно было найти методом исключения. Мышьяк, сера и фтор могут вызвать отравление, но они не относятся к металлам. А вольфрам и золото требуют слишком высоких температур, чтобы можно было вдохнуть их пары. Остаётся только ртуть. В далёком XIX веке производители шляп легкомысленно относились к вопросам производственной безопасности и постоянно вдыхали пары ртути. Это самым печальным образом сказывалось на их здоровье, нарушая работу различных органов, в том числе и мозга. В английском языке даже есть выражение mad as a hatter – «безумен как шляпник».

4. Про драконов

Правильный ответ: Б
 Увы, отказать придётся всем претендентам на роль, кроме комодского варана. Смотрите сами:
 А. Дракункулис обыкновенный – травянистое растение с крупными цветками, пахнущими тухлым мясом.
 В. Большой морской дракон. За грозным названием прячется вид хищных лучепёрых рыб, больше похожий на черноморского бычка, чем на грозного обитателя заброшенных замков. Из оружия у морского дракончика только шипы с ядовитыми железами.
 Г, Д. Зелёный хвост дракона и белый хвост дракона – виды бабочек из семейства Papilionidae. Безобидные создания!
 Е. Dracunculus medinensis, он же гвинейский червь, он же рикшта, – это кишечный паразит. Тварь хоть и опасная для человека, но слишком маленькая, чтобы сниматься в кино.
 Остаётся только комодский варан – самая крупная и страшная среди ящериц. Обитает на островах Индонезии. Размер – до 3 метров. Вес – до 130 килограмм. В схватке легко побеждает оленя, кабана или буйвола.



Подведение итогов

За каждый правильный ответ начислите себе один балл.

8–10 баллов.

Вы гений всех серьёзных и несерьёзных наук! У вас есть шанс занять должность профессора во Всемирном государственном университете им. М. Макгонагалл.

5–7 баллов.

Впечатляющий результат! Можете, вам подать документы на факультет прикладного сказоведения и сериалознания?

0–4 балла.

Мало, но достойно! Будем считать, что вопросы в этом номере подобрались неудачные. К следующему выпуску журнала обещаем исправиться.

Менее 0.

Интереснейший математический результат! Он выдаёт ваш креативный ум и способность к сенсационным открытиям.

5. Про Венома и человека

Правильный ответ: Д
 Симбиоз – это близкое взаимовыгодное сожительство организмов, которые принадлежат к разным биологическим видам. В данном случае Веном (инопланетное существо) получает жильё и пропитание, а Эдди Брок (главный герой фильма) – суперсилы.

6. Про «Властелина колец»

Правильный ответ: В
 Температура плавления золота в обычных условиях составляет примерно 1064,18 °С. Вроде бы в Средиземье есть источник такой температуры – Роковая гора, бурлящий вулкан. При этом если в составе лавы много силикатов, её температура меньше тысячи градусов, и все усилия героев оказались бы напрасны. Но мы знаем, что кольцо расплавилось. Значит, скорее всего, лава была базальтовой. Толкин описывает вулкан так: «Сэм глядел на Ородруин, на Огненную гору. Высилась её остроконечная пепельная вершина, близ подножия полыхали горнила, и расселины по склонам извергали бурные потоки магмы: одни струились, плеща огнём, по протокам к Барад-Дуру, другие достигали каменистой равнины и там застывали подобьями драконов, выползших из-под земли». Это напоминает вулканы Исландии.

7. Про Большой взрыв

Правильный ответ: Д
 Событие, произошедшее почти 14 миллиардов лет назад, получило название Большой взрыв. Термин придумал британский астроном и космолог Фред Хойл, чтобы высмеять эту теорию, поскольку сам он придерживался гипотезы непрерывного рождения. Но, желая уязвить оппонентов, он создал термин, который прочно вошёл в научный обиход.

8. Про суп

Правильный ответ: Д
 Леонардо да Винчи умер в 1519 году. О существовании томатов европейцы узнали только после открытия Колумбом Америки в 1492 году. Но долгое время их считали ядовитыми и выращивали только в декоративных целях. Первые известные рецепты блюд с помидорами датируются концом XVI века. Поэтому вероятность того, что да Винчи мог есть томатный суп, близка к нулю.

9. Про Александра Блока

Правильный ответ: Б
 Слова «трус», «трусить», «трясти» однокоренные, несмотря на чередование гласных. В словаре Фасмера говорится, что слово «трус» имеет два значения: «трястись, тот, кто трясётся» и «землетрясение». Блок имел в виду не тектонические процессы, а землю, трясущуюся под копытами вражеской конницы.

10. Про волшебные предметы

Правильный ответ: Д
 Действительно, учёные изобрели метаматериал под стать плащу-невидимке из романов о Гарри Поттере. Его «волшебные» свойства обусловлены отрицательными показателями преломления света. Теоретически предмет можно сделать невидимым в световом диапазоне волн. Кстати, одним из первых теорию метаматериалов описал в 1967 году советский физик Виктор Веселаго.

✎ Андрей Константинов ^

Барионы в баре

Электрон в расстроенных чувствах заходит в бар. Бармен:

— В чём опять проблема? Почему ты всегда настроен негативно?

— Что же мне остаётся? Хотел бы я быть таким же блестящим, как фотон!



Поход в бар — отличный способ проверить, кто ты на самом деле. Во всяком случае для элементарных частиц. Сами по себе они слишком неопределённые, зато на людях тут же показывают свои сильные и слабые стороны.

Электрону обычно приходится играть роль Пьеро. Всему виной отрицательный заряд, из-за которого электрону часто достаётся. И конечно, обычно он появляется в баре не в компании светлейшего фотона, — нетрудно догадаться, кого притягивает электрон.

Заходят протон и электрон в бар и просят налить им по рюмке. Бармен:

— Вам уже хватит, вы и так заряженные.

«Входит электрон в квантовый бар...» — под таким заголовком год назад вышла научная статья о квантовой физике в журнале Science. Похоже, среди физиков анекдоты про элементарные частицы — обычное дело. Зато сами частицы могут быть необычными, в том числе такими, о которых за пределами круга физиков мало кто слышал.

Тахион заходит в бар. Бармен:

— Таких, как ты, тут не обслуживают!

— Странно, ведь завтра обслуживали.

Здесь встаёт воображаемый физик и комментирует: «Тахион — гипотетическая частица, которая движется быстрее скорости света, а значит, нарушает принцип причинности, согласно которому событие может повлиять на другое, только если предшествует ему во времени». Похожая история случилась и с нейтрино.

Нейтрино заходит в бар. Бармен:

— Таких, как ты, тут не обслуживают!

— Ну и ладно, я просто тут проскочу...

Воображаемый физик снова вскакивает: «Нейтрино — частица, беспрепятственно пролетающая сквозь материю, практически не взаимодействуя с веществом. Недавно, кстати, было опубликовано исследование, в котором нейтрино, словно тахион, перемещалось быстрее света, нарушая базовые законы мироздания. Но потом всё-таки результаты опровергли, мироздание уцелело». Удивительно, но у физиков и об этом уже есть анекдот!

Нейтрино заходит в бар.

— Эх, получил штраф за превышение скорости...

А по-моему, просто радар дал сбой.

А если бы в экспериментах подтвердилось, что нейтрино может двигаться быстрее света? Даже на этот случай успели сочинить анекдот.

Бармен:

— Извините, но мы не обслуживаем здесь частицы быстрее света.

Нейтрино заходит в бар... ^ _ ^

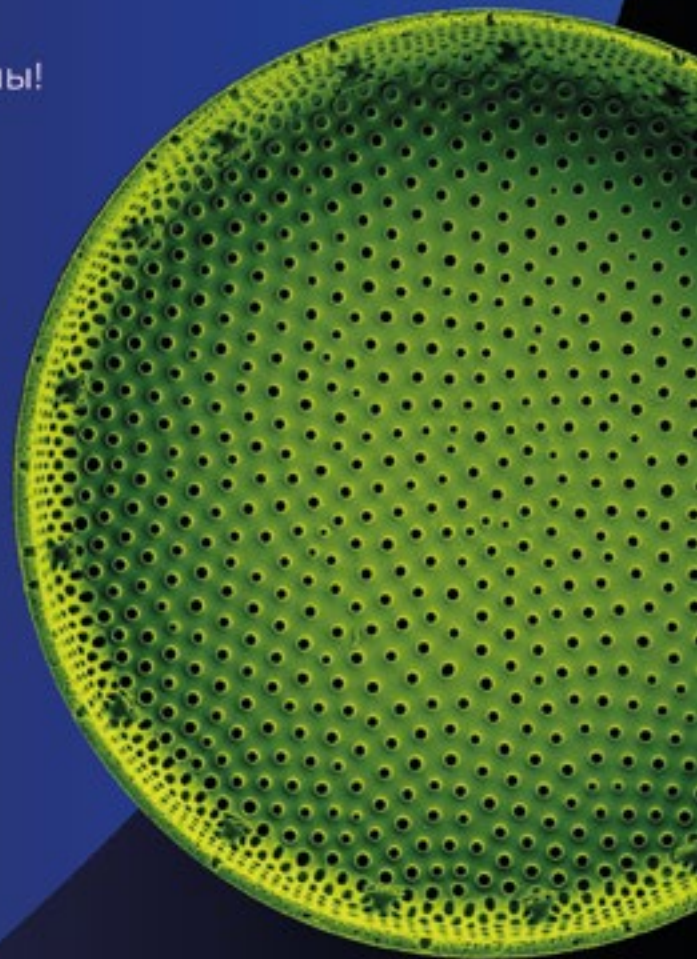
**РОССИЙСКАЯ НАУКА
СТРЕМИТЕЛЬНО РАЗВИВАЕТСЯ
И УЧЕНЫЕ ПРИГЛАШАЮТ
ВАС УЗНАТЬ МИР НАУКИ
И ТЕХНОЛОГИЙ ПОБЛИЖЕ:**



- ▶ Можно пригласить ученых в школы!
- ▶ Сходить на Фестиваль науки!
- ▶ Представить свои разработки на конкурсах и олимпиадах!
- ▶ Побывать с экскурсиями в лабораториях и исследовательских центрах!
- ▶ Самому стать ученым и принять участие в исследованиях!



Обо всех Ваших
возможностях
можно узнать
на сайте
наука. рф



Работа победителя конкурса «Снимай науку» 2022 г.
Иерархическая высокопористая структура панциря
диатомовой водоросли COSCINODISCUS OCULUS-IRIDIS

Автор: PAVEL_SOMOV

День открытых дверей

270 МГУ
1755  2025

ПОСТУПАЙ
ПРАВИЛЬНО

15 января
начало
в 10.00

Ленинские
горы, дом 1



openday.msu.ru

