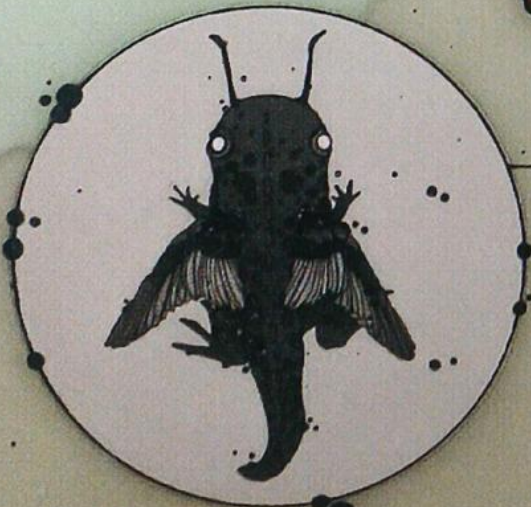




ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

9 / 2023





НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
Л.Н. Стрельникова

Художники

А. Астрин, А. Кук,
Н. Колпакова, П. Перевезенцев,
Е. Станикова, С. Тюнин

Редакторы и обозреватели

Л.А. Ашкинази,
В.В. Благутина,
Ю.И. Зварич,
Е.В. Клещенко,
С.М. Комаров,
В.В. Лебедев,
Н.Л. Резник,
О.В. Рындина

Сайт и соцсети

Д.А. Васильев

Сайт: hij.ru

Соцсети:

<https://dzen.ru/hij>
https://vk.com/khimiya_i_zhizn
<https://ok.ru/group/53459104891087>
https://t.me/khimiya_i_zhizn
twitter.com/hij_redaktor

При перепечатке материалов ссылка
на «Химию и жизнь» обязательна

Адрес для переписки
119071, Москва, а/я 57

Телефон для справок:

8 (495) 722-09-46

e-mail: redaktor@hij.ru

Подписано в печать 18.08.2023
Типография ООО «Экспокомста»
123001, Москва, 1-й Красногвардейский пр-д, д.1, с.7

Наши подписные агентства

«Почта России», индексы в каталоге П2021 и П2017
НПО «Информ-система», (495) 121-01-16, (499) 789-45-55
«Урал-Пресс», (495) 789-86-36
«Руспресс», тел. +7 (495) 369-11-22
«Прессинформ», +7(812) 786-58-29, +7(812) 337-16-26 г.
С-Петербург

© АНО Центр «НаукаПресс»



НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ
рисунок Александра Кука

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ
работа художника Nicholas Di Genova.
Хорошо иметь большие зубы и длинные
когти. Но иногда достаточно просто
сделать страшный вид.
Об этом читайте в статье
«Напугать хорошенько»

*Параллельные линии пересекаются
только в случае крайней необходимости...*

Владимир Бутков

Содержание

Расследование

ПОДХОД К ЭНЕРГИИ НЕЙТРИНО. С.М. Комаров 2

История современности

ЛАРИСА ПОПУГАЕВА, АЛМАЗНАЯ КОРОЛЕВА СССР.
С.В. Багоцкий 8

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРИОДА ПЕРЕМЕН: ОТ КРАХА
ДО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА. С.М. Комаров 16

Проблемы и методы науки

НАПУГАТЬ ХОРОШЕНЬКО. Н.Л. Резник 32

Панацея

ЗАМАНИХА — ЁЖ ВСЕИСЦЕЛЯЮЩИЙ. Н. Ручкина 42

Фотоинформация

ДРАМА НА ОХОТЕ. Е. Котина 46

Расследование

КУЛЬТУРА И МЫШЬЯК. П.П. Федоров 48

Наука и общество

СМЕЮТСЯ ВСЕ! Н. Анина 50

Фантастика

СЕРАЯ КАРУСЕЛЬ. А. Бурштейн 52

История завтра

ПОСЛЕДНЯЯ БИБЛИОТЕКА. А. Самуэлян 59

Нанофантастика

БОТВА РОСЛА ВЫСЬ. Е. Альтегин 64

Результаты: роботы 13

Разные разности 26

Результаты: алгоритмы 39

Книги 45

Короткие заметки 62

Пишут, что... 62



Расследование

Иллюстрация Сергея Тюнина

Кандидат физико-математических наук

С.М. Комаров

Подход к энергии нейтрино

Можно ли получать много энергии практически из ничего? Кое-кто пытается не только получать, но и делать на этом деньги.

Письмо в редакцию

Поводом для этого расследования послужило письмо, пришедшее в редакцию с простым вопросом: можно ли сделать бестопливный генератор электричества? Как так, бестопливный? А вот так, без видимых источников энергии. Ну что за восхитительный бред, подумалось сначала. Однако любопытство взяло верх, и вот какая открылась картина.

Оказывается, в ФРГ создана компания Neutrino Energy group, которая, если верить информации на ее сайте, не только думает над созданием таких генераторов, но делает их в лабораторных условиях. Заявлено, что в этом году производство генераторов под названием Neutrino Power Cube мощностью 6 кВт и размером 800х400х600 мм начнется в Швейцарии, в конце 2024 года фабрику запустят в Южной Корее, и к 2029 году есть план выйти на объем производства 30 ГВт генераторных мощностей в год.

При этом у энергетического куба нет никаких движущихся частей, никаких видимых источников энергии. Все просто: воткнул генератор в шкаф, подсоединил провода и вот оно, абсолютно автономное электроснабжение дома, независимое ни от цен на нефть-газ, ни от наличия солнца-ветра-падающей воды, электросетей и счетчиков энергосбыта.

Более того, в июле 2023 года на конгрессе Эпохальные технологии для энергетического перехода, проходившем в ФРГ, создатель компании доктор Холгер Торстен Шубарт договорился о проведении массовой проверки пары сотен устройств; испытания должны продлиться до апреля 2024 года.

Графеновая рябь

Что это, махровая лженаука? Вечный двигатель? Не совсем. В основании проекта лежит интересная и вполне научная история.

В общем-то, для посвященных в таинства физики не секрет, да и мы про это обстоятельство упоминали, когда рассказывали о Нобелевской премии Андрею Гейму и К.С. Новоселову за открытие графена, что Л.Д. Ландау еще в 30-х годах доказал: двумерный лист из атомов построить невозможно. Даже если удастся сплести такой лист, он все равно будет пытаться пролезть в третье измерение — станет коробиться, в общем, по листу побежит некая постоянная рябь.

Не знаю, знаком ли Холгер Торстен Шубарт с этой давней работой Ландау, однако он эту рябь наблюдал вживую, когда работал над использованием графена для солнечных элементов. И очень эта рябь досаждала, портила она показатели превращения света в электричество; хорошо бы от нее избавиться. Идея эта конечно же лишена смысла, куда уж нам, простым смертным, против авторитета небожителя Ландау.

И точно, рябь не укротили. Однако, изучая движения графеновой пленки, удалось выявить интересный эффект: рябь-то, как пиво по утрам, не только вредна, но и полезна; она порождает электродвижущую силу. И стало быть, пораскинув мозгами, можно придумать конструкцию, которая позволит обеспечить течение электрического тока, созданного этой силой.

Сказано — сделано: графен нанесли на фольгу, сверху приделали тонкий слой легированного кремния, который, будучи полупроводником, пропускает заряды только в одном направлении. К фольге и кремнию присо-



Фото: Neutrino Energy group

▲ Вот он каков, этот «Нейтринный энергетический куб», претендующий на спасение человечества от энергетического голода

▼ Колебания графеновой пленки постоянно вызывают разряды, которые и обращаются в электрический ток

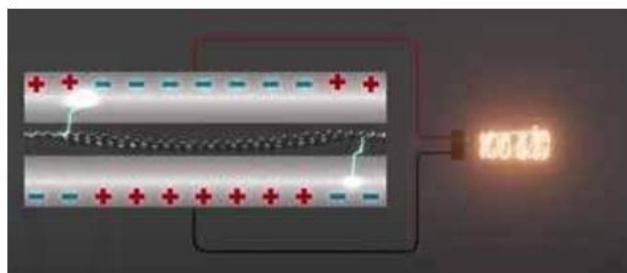


Рис: Neutrino Energy group

единили провода, и ток потек. Причем тóк он с завидным постоянством длительное время. Так, во всяком случае, утверждают авторы работы.

Казалось бы, этого не может быть, потому что не может быть никогда: еще Михайло Ломоносов указывал, что ежели в каком месте чего прибавится, в другом всенепременно убавиться должно, в общем, закон сохранения энергии надо чтить. Если источник ряби на графеновом листе — тепловое движение, а это самое разумное предположение, значит, в электричество обращается тепловая энергия, поэтому графен будет охлаждаться, движения затухать и ток по исчерпанию теплового потенциала неизбежно исчезнет. Ан нет, если верить Холгер Торстен Шубарту, — течет, не затухает. Конечно, графен может нагреваться от тепла воздуха, но, вырабатывая 6 кВт энергии, он за часы выморозит помещение, а этого нет.

Тогда на помощь был призван электромагнитный смог, загрязнение окружающего пространства излучениями от радиоприборов: радиостанций, систем сотовой связи, маршрутизаторов wi-fi и подобных устройств. Спору нет, это отличный источник энергии — он распространен повсеместно и совершенно бесплатен для пользователя. Еще в советское время в журнале «Радио» рассказывали о транзисторном приемнике, который питался тем самым радиосигналом, который сам и

воспроизводил в форме музыки. Более того, время от времени появляются сообщения о различной носимой электронике вроде датчика сердечных сокращений. Они питаются именно этим смогом, что-то меряют и, скажем, передают врачу важную информацию о пациенте.

Однако это весьма миниатюрные устройства с малым потреблением энергии. А тут-то речь идет о большой энергии: заявлено, что стопка из двух десятков графен-кремниевых листов площадью 600 см² выдает на-гора два ампера тока при напряжении полтора вольта, то есть мощность составляет три ватта. Такое и не всякому солнечному элементу в погожий полдень по плечу. Значит, чтобы конструкция заработала, нужен источник, по своей мощности сопоставимый с солнечным светом. При всей мощи человеческой цивилизации, так сильно загрязнять эфир радиоволнами она еще не умеет.

И тогда возникло искушение свалить все на нейтрино, что и нашло свое отражение в названии компании и устройства. А что, «нейтринный энергетический куб» звучит неплохо! Слова, пусть непонятные, зато модные, явно отсылающие к высокой науке. И раз в деле замешана высокая наука, проникающая в самые основы мироздания, значит наверняка тут что-то есть, ну не может же быть, чтобы не было, просто профаны понять не могут, что именно есть.

В общем, как указывал первый председатель комиссии РАН по борьбе со лженаукой академик Э.П. Кругляков, именно прикрываясь непонятными научными терминами, разные прохиндеи и пытаются облапошивать доверчивых малограмотных граждан, в том числе сидящих в высоких кабинетах, впаривая им негодные технические решения. Академик Кругляков был человеком суровым и жестким, во всяком необычном деле видел лженаучную подоплеку и беспощадно с ней расправлялся, однако мы люди помягче и попробуем разобраться, тем более что это дает повод рассказать о недавнем блестящем открытии, совершенном главным образом российскими и американскими физиками при основном финансировании со стороны РФ и США.

Неуловимое нейтрино

Когда речь заходит о том, что нейтрино способно привести к заметным колебаниям графеновой пленки, ничего, кроме взрыва хохота, это не может вызвать. В самом деле, все мало-мальски грамотные люди знают, что нейтрино крайне слабо взаимодействуют с веществом, поэтому они практически неуловимы. Причем слабо — в переносном и в прямом смысле слова: только за счет слабого взаимодействия, игнорируя сильное и электромагнитное. Чтобы такое взаимодействие случилось, нейтрино должно подлететь даже не к атому, не к его ядру, а к отдельному нуклону в ядре на расстояние порядка 10⁻¹⁸ метра, то есть на аттометр.

Понятно, что столь прицельное попадание случается крайне редко, и физики вынуждены строить гигантские

Фото: ORNL



▲ Так выглядит Окриджский ускоритель с высоты птичьего полета. Он производит наиболее интенсивные потоки нейтрино на Земле

установки с детекторами весом во многие сотни и тысячи тонн. А на выходе — фиксация единичных нейтринных событий. Вот, например, самые большие детекторы нейтрино используют для их поимки толщу воды в озере Байкал, Средиземном море или кубический километр антарктического льда. Какая уж тут массовая генерация электричества от таких столкновений в кубике весом в килограммы? Не будем торопиться.

Нейтрино нейтрино рознь, и различаются они энергией. Когда энергия большая, сотни, тысячи мегаэлектронвольт и больше, эта частица различает в атоме только отдельные нуклоны. Такое нейтрино не просто попадает в нуклон, а попадает так сильно, что вступает с ним в реакцию, в которой оба они исчезают и рождается каскад новых частиц, в том числе ядро другого элемента. Это сопровождается излучениями таких энергий, которые легко заметить фотодетекторами, фиксирующими нейтринное событие.

Поскольку нуклоны расположены в ядре столь же плотно, как города на карте Сахары, понятно, что попасть в нуклон чрезвычайно трудно. Физики оценивают эту трудность параметром «площадь сечения реакции»: чем оно больше, тем выше вероятность события. Так вот, для событий с превращением нейтрино чем выше его энергия, тем больше сечение реакции. Однако чем больше энергия, тем меньше таких нейтрино. Этим-то и

объясняется крайне малое число нейтринных событий, которые физикам удается фиксировать огромными детекторами: то энергии мало, то нейтрино.

У этого типа событий, впрочем, есть одно положительное качество: сигнал в виде каскада мощных излучений очень хорошо заметен, его и в кубокилометре льда легко разглядеть, и в средиземноморской воде. В общем, легенда о неуловимости нейтрино укоренилась среди физиков с того времени, как Энрико Ферми предположил, что при ядерной реакции из ядра порой вылетает «нейтрончик»; так переводится нейтрино с итальянского. Однако в 2017 году ситуация изменилась кардинальным образом.

Уловимое нейтрино

В принципе, еще в 1975 году американец Даниэль Фридман из Национальной ускорительной лаборатории им. Энрико Ферми, Фермилаб и, независимо от него, советские физики Л.Л. Франкфурт и В.Б. Копелиович открыли на кончике пера явление упругого когерентного рассеяния нейтрино на атомных ядрах.

▼ Участники коллаборации, Бьёрн Шольц и Грейсон Рич, устанавливают детектор нейтрино из иодида цезия в свинцовую шахту. Интересно, что свинец для шахты подняли с затонувшего испанского галеона: за пошедшие столетия короткоживущие элементы, входящие в его состав, распались и такой старинный свинец дает малый фон

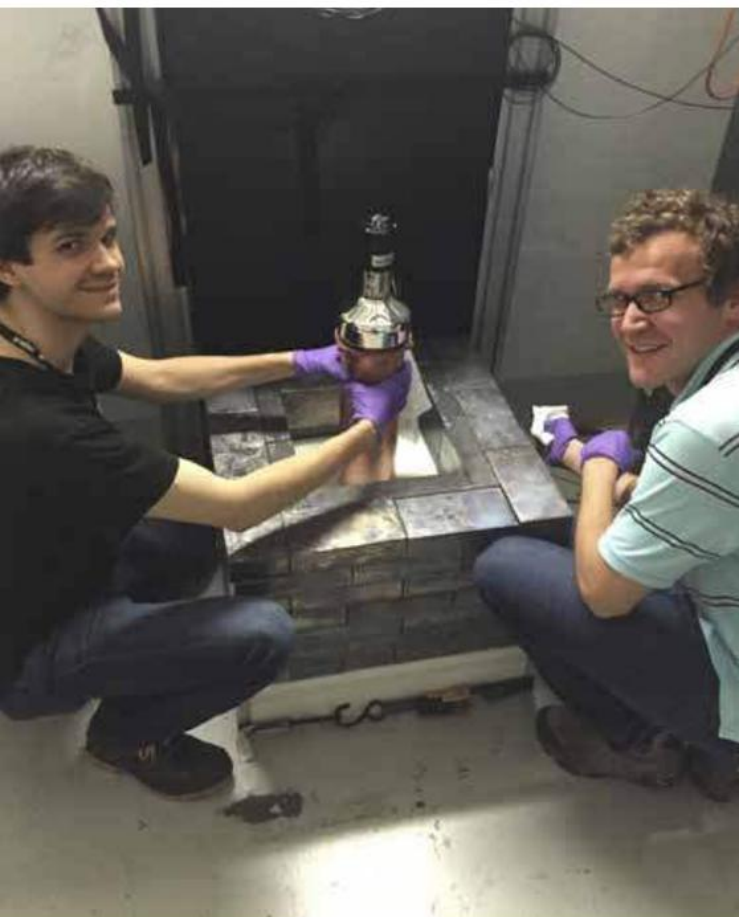


Фото: ORNL

Суть этого явления такова. Если энергия нейтрино невелика, то зачастую ядро перед ним предстает как единое целое. А если энергия станет еще меньше, то оно увидит уже целый атом. Здесь сечение реакции слабо зависит от энергии; главное, чтобы нейтрино отдало атому небольшую часть своей энергии. В результате для нейтрино с энергией в десятки МэВ и ниже сечение такой реакции оказывается в тысячи раз больше, чем для реакции с нуклоном и последней можно вообще пренебречь.

Согласно предложенному механизму, низкоэнергетическое нейтрино может совершить упругое либо псевдоупругое рассеяние на ядре или атоме. В обоих случаях оно не будет поглощено, а после удара полетит своей дорогой, потеряв часть энергии и изменив траекторию движения. При псевдоупругом рассеянии этой энергии хватит, чтобы возбудить ядро, и оно потом снимет возбуждение, испустив кванты излучения, а при упругом атом лишь сдвинется со своего места. При неупругом, впрочем, он тоже со своего места сдвигается. Смещения атомов от удара порождают колебания решетки, и это может приводить к появлению излучений.

При этом чем тяжелее атом, тем больше у него сечение взаимодействия с нейтрино: при упругом рассеянии оно растёт как квадрат числа нуклонов, а при неупругом — линейно. Различия весьма значительно. Так, если для нейтрино с энергией в килоэлектронвольты легкий атом углерода имеет площадь сечения порядка 10^{-42} см², то тяжелый цезий или иод — 10^{-38} см², то есть 10^{-46} и 10^{-42} м² соответственно.

Ну и как это помогает в ловле нейтрино? А вот как. В отличие от нейтрино высоких энергий, потоки нейтрино с низкой энергией гораздо интенсивнее. Возьмем солнечные нейтрино. За секунду через каждый квадратный сантиметр поверхности Земли нейтрино с энергией 10 МэВ проходит совсем немного — около ста тысяч. При энергии 1 МэВ и чуть более — сотни миллионов. А если энергия исчисляется несколькими сотнями электронвольт — то уже под триллион (10^{12} штук).

Однако на Земле есть и гораздо более мощные источники нейтрино с энергией в десятки МэВ — это ускорители. У них мощность побольше, чем у Солнца. Так, самый мощный источник нейтрино, который расположен в Окриджской национальной лаборатории Минэнерго США, выдает под десять миллионов (10^7) нейтрино с энергией 20—50 МэВ на квадратный сантиметр в секунду. Даже при указанных выше мизерных значениях сечений взаимодействия уже можно надеяться на обнаружение таких нейтринных событий в детекторах небольшого размера.

Посчитать этот размер нетрудно. Параметр кристаллической решетки измеряется в ангстремах, то есть 10^{-10} м. Значит, на площади в квадратный метр расположится 10^{20} ячеек решетки, в каждой из которых находится по меньшей мере один атом. Суммарная площадь сечений взаимодействия для этих 10^{20} атомов будет 10^{-26} — 10^{-22} м². То есть в один атом попадет 10^{-26} — 10^{-22} доля потока нейтрино, приходящегося на один квадратный метр. Как это

можно понять? Примерно так: чтобы хоть в одно ядро углерода попало нейтрино, через слой атомов должно пролететь 10^{26} этих частиц, а если это слой из иодида цезия, то 10^{22} штук.

А сколько реально может пролететь? Возьмем поток солнечных нейтрино киловольтной энергии: их поток составляет 10^{16} штук на квадратный метр в секунду. Как видно, одного столкновения придется ждать 10^6 — 10^{10} секунд. Либо надо увеличить число атомов в эти же 10^6 — 10^{10} раз, то есть собрать 10^{10} слоев по 10^{20} атомов в каждом. Выйдет 10^{30} атомов, и у них суммарная площадь сечения реакции составит 10^{-16} — 10^{-12} м². Не надо пугаться огромных показателей степени: 10^{10} атомных слоев это всего один метр. Тогда в кубическом метре графита каждую секунду одно солнечное нейтрино будет рассеиваться на ядре углерода. А если взять кубометр иодида цезия, то счет столкновений пойдет на десятки тысяч в секунду, что совершенно невообразимо для нейтринной физики. Чтобы получить тот же результат на рукотворном источнике, скажем, в том же Окридже, надо взять детектор в тысячу раз больше либо увеличивать время наблюдений — многие дни вместо секунд.

Собственно, так исследователи и делают. У Окриджского источника, выдающего много нейтрино с энергией в десятки МэВ, есть одно несомненное достоинство: события с такими нейтрино дают существенно более мощный сигнал, чем солнечные килоэлектронвольтовые. Ведь передаваемая при ударе энергия совсем невелика. Хорошо, если удастся вызвать неупругое рассеяние и фиксировать событие по излученным квантам.

А если все кончается смещениями атома? Будет ли от него излучение? Удается ли его разглядеть? Видимо, эти соображения и привели к тому, что теория упругого когерентного рассеяния нейтрино на ядрах вещества пылилась где-то на дне долгого ящика интересных физических проблем и ждала того светлого дня, когда появятся фотодетекторы с требуемой чувствительностью. И вот в начале 2010-х годов со старинного манускрипта стряхнули пыль.

Решительный эксперимент

Для экспериментальной проверки физики собрали большой научный коллектив, так называемую коллаборацию COHERENT, в которой приняли участие 80 человек из 19 институтов США, РФ, Канады и Южной Кореи. Если посмотреть на список участников, помещенный в основных публикациях, то окажется, что российская доля коллектива весьма велика: 11 человек из МИФИ и Института теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Алиханова Курчатковского института. А в финансировании работы участвовали и Российский фонд фундаментальных исследований, и Российский научный фонд, и Министерство образования РФ. Впрочем, сейчас с сайта коллаборации всякое упоминание о русских участниках и русском финансировании исчезло, но что

написано пером — то не вырубить топором: в статьях эти упоминания остались навсегда.

Для проведения работы первым взяли детектор из кристалла иодида цезия, благо оба элемента имеют большие сечения реакции упругого рассеяния нейтрино; вес детектора был 14,6 кг, а размер несколько меньше, чем у футбольного мяча. Нейтринный детектор окружили фотодетекторами и поместили в свинцовую камеру для защиты от фоновых излучений; нейтрино-то свободно проходит через свинец, а излучения, нейтроны, электроны — нет. Все смонтировали в нескольких десятках метров от того места, где протонный пучок окриджского ускорителя бьет по мишени, порождая в конце концов нейтрино. У этого источника помимо большой яркости есть еще одно удобство: он выдает нейтрино импульсами: по 60 раз в секунду и длительностью в одну микросекунду. Так удалось совсем избавиться от фона: можно было считать только всплески электромагнитного излучения в ближайшие две-три микросекунды после импульса. И такие всплески оказались прекрасно видны за пределами ошибки измерения.

Это был успех, претендующий на Нобелевскую премию. Физики коллаборации доказали, что работать с нейтрино можно, используя детекторы весом в десятки килограммов и, значит, такая работа доступна практически любой физической лаборатории, а необязательно связанной с уникальными гигантскими установками. В идеале и ускоритель не нужен: повышая чувствительность фотодетекторов, можно и солнечными нейтрино обойтись.

За этим успехом в 2021 году последовал новый: на детекторе из 24 кг жидкого аргона также наблюдали события упругого когерентного рассеяния нейтрино на ядрах. В этом опыте получили две важные количественные оценки. Во-первых, определили площадь сечения реакции, она оказалась $(2,2 \pm 0,7) \cdot 10^{-39}$ см², что с учетом ошибки не отличается от теоретического значения $1,8 \cdot 10^{-39}$ см². Во-вторых, вычислили, что нейтрино отдает ядру аргона примерно одну тысячную часть своей энергии: 30 кэВ и 30 МэВ соответственно. Сейчас коллаборация пробует использовать другие элементы в качестве детектора, а также думает об увеличении объема жидкого детектора до одной тонны.

Работа COHERENT уже вызвала бум интереса к исследованиям упругих столкновений нейтрино с веществом. Например, китайцы на своем источнике нейтрино в Донгуане, провинция Гуандун, мощность которого 40% от окриджского, планируют провести независимую проверку полученных коллаборацией результатов. Как известно, в современной науке не принято верить словам, даже напечатанным. Котируются только наблюдения другой группы, полученные на другом приборе. Тем более когда речь идет о работе нобелевского уровня.

А российские физики с физфака МГУ имени М.В. Ломоносова, саровского Физико-математического центра, а также их коллеги из нескольких итальянских институтов хотят идти дальше и изучить рассеяние нейтрино не на ядрах, а на атомах. Для этого им нужны нейтрино совсем малых энергий, порядка единиц кэВ, которые

передают атомам энергию в электронвольты. Именно такие нейтрино способны взаимодействовать с атомом как с единым целым.

В качестве источника они планируют взять сосуд с 4 кг жидкого трития, а детектором послужит жидкий гелий-4. По мысли авторов проекта, который планируется начать в 2026 году, энергии, которую атом гелия получит при ударе нейтрино, хватит на испарение этого атома. По числу испарившихся атомов и будет идти анализ результатов эксперимента. Цель такого эксперимента — определить, обладает нейтрино магнитным моментом или нет.

Вообще, свойства нейтрино — одна из интереснейших проблем физики элементарных частиц. Ведь до сих пор не было метода для их тщательного изучения и потому сегодня известно только два его свойства — аромат и оценка массы сверху. Теперь, когда благодаря упругому рассеянию стало возможным использовать маленькие детекторы нейтрино, физики составили обширную программу исследований: от проверки Стандартной модели теории элементарных частиц, попыток нащупать новую физику за ее пределами, до поиска частиц темной материи, изучения взрывов сверхновых и геометрии ядер атомов.

Не исключено, что открытие явления упругого когерентного рассеяния нейтрино имеет и космологический аспект. В самом деле, если нейтрино при каждом ударе теряет энергию, значит, когда-нибудь количество перейдет в качество: его энергии окажется недостаточно, чтобы преодолеть притяжение планеты, звезды, звездной системы или галактики. Значит, неизбежно формирование вокруг них облаков из таких замерзших нейтрино. Рассуждения на эту тему известны физикам, но теперь, коль скоро есть механизм их образования, можно заняться совершенно неизведанной физикой — изучать строение этих облаков и их роль в эволюции Вселенной, вызываемые ими тепловые и гравитационные эффекты.

Использовать эффект предлагают и практики. Коль скоро нейтрино легко проходят сквозь вещество, нейтринные пучки могут стать прекрасным средством коммуникации. Например, для связи с подводными лодками, ведь вода не пропускает радиосигнал. Однако детектор весом в десятки тысяч тонн на лодку не поставишь, так что идею похоронили в папке под грифом «беспочвенные фантазии». Но теперь, открыв возможность детектирования нейтринных импульсов маленьким детектором, физики обеспечили прорыв и в этом направлении. Став видимым, нейтринный пучок, созданный ускорителем, может как нести информацию, так и служить маяком для проверки систем подводной навигации. И все это без необходимости всплывать из глубин океана. Расчет показывает, что нужно увеличить светимость нейтринных источников в сто раз, ну да человечество решало и не такие задачи. Самое главное, что никакие системы радиоэлектронной борьбы не способны нарушить работу нейтринных каналов связи и навигации.

Невозможная генерация

Однако вернемся к генерации электричества листом графена. Будет он колебаться при упругом рассеянии нейтрино на его атомах? Конечно! Станет давать электроэнергию от этих колебаний? Вполне возможно. Есть научная основа под «нейтринным энергетическим кубом»? Несомненно. Однако есть нюанс.

В силу закона сохранения энергии, этого электричества может быть никак не больше, чем той энергии, что нейтрино передало при ударе. Чтобы графеновый лист выдавал заявленную мощность в 3 Вт с площади 600 см², то есть 5 Вт с квадратного метра, нужно, чтобы в этом метровом листе каждую секунду проходило не менее $8 \cdot 10^{19}$ столкновений с нейтрино, каждое из которых передает 1 эВ энергии. Даже если передает 1 кэВ, роли это не играет: что $8 \cdot 10^{19}$, что $8 \cdot 10^{16}$ — все равно непредставимо много. Фактически, чтобы получить указанную мощность, каждое солнечное нейтрино, пролетающее каждую секунду сквозь графеновый лист, должно с ним столкнуться и отдать один килоэлектронвольт своей энергии. С точки зрения физики это означает, что сечение реакции должно быть в 10^{20} раз больше, чем дает расчет. В общем, никаким десятком слоев графена не обойтись, нужно брать графеновый блок толщиной в миллионы километров.

Есть и другие соображения. Земной шар служит отличным детектором упругого когерентного рассеяния нейтрино, летящих от Солнца, и их удары вносят свой вклад в тепло Земли. Чтобы этот вклад посчитать, уподобим Землю шайбе толщиной в радиус планеты, 6371 км, или $6,4 \cdot 10^6$ м. В такую толщину укладывается 10^{16} слоев кристаллической решетки, в данном случае силиката кремния, основного строительного материала Земли. У кремния сечение реакции в 10 раз больше, чем у углерода. Значит, используя результаты предыдущего расчета, получаем, что из тех 10^{16} солнечных нейтрино, что каждую секунду падают на квадратный метр земной поверхности, 10^7 штук, проходя сквозь земную твердь, испытают соударения с ядрами кремния.

Соответственно, выделяемая при таких соударениях тепловая мощность составит миллионные и миллиардные доли ватта на этот квадратный метр, в зависимости от того, сколько энергии нейтрино передает атому кремния. Это очень малая величина, скажем, глобальное потепление нам обеспечивает дополнительный поток тепла в несколько ватт с квадратного метра поверхности планеты. А если бы нейтрино передавали хоть один ватт на один атомный слой, то создаваемый ими тепловой поток составил бы 10^{15} Вт, Земля светилась бы ярче миллиона Солнц.

Поскольку этого нет, надежду на получение заметной энергии от нейтринных ударов, несмотря на всю смелость авторов этой идеи, придется оставить. И на чем работает генератор, демонстрируемый компанией на выставках и в Сети, остается только гадать. Да и работает ли он без встроенного в него источника энергии — большой вопрос. Можно, наверное, придумать эксклюзивно для графена механизм рассеяния всех попадающих в него нейтрино, однако это дело выглядит весьма хлопотным.

С.В. Багоцкий

Лариса Попугаева, Алмазная Королева СССР

Третьего сентября 2023 года исполняется 100 лет со дня рождения выдающегося советского геолога Ларисы Анатольевны Попугаевой, урожденной Гринцевич (1923 – 1977), — женщины, открывшей якутские алмазы.

Лариса Гринцевич родилась в Калуге. Ее отца Анатолия Гринцевича, секретаря райкома партии в Одессе, репрессировали и расстреляли в 1937 году. Мать Ларисы, ленинградский искусствовед, увезла дочерей Ларису и Ольгу в Ленинград к бабушке.

В 1941 году Лариса окончила школу и поступила на геолого-почвенный факультет Ленинградского университета. Однако учебу прервала война. Двадцать второго июня Лариса была в Москве, куда поехала на экскурсию вместе с другими выпускниками-отличниками. Ей пришлось там остаться, а мать с маленькой сестрой эвакуировались на Урал, в Пермь (в то время Молотов). Лариса приехала к ним в сентябре 1941 года и продолжила учебу на геолого-почвенном факультете Молотовского университета. Попутно окончила курсы медсестер, работала в клинике, затем пошла на курсы пулеметчиков и, когда вернулась в Москву, с апреля 1942 года по июль 1945 года была добровольцем в дивизии ПВО. (Весной 1942-го Государственный комитет обороты СССР выпустил постановления о замене красноармейцев



женщинами там, где это возможно, и о мобилизации девушек-комсомолок в части ПВО.) Стала командиром орудийного расчета, получила звание младшего сержанта. Первой ее наградой в 1943 году стал знак «Отличный артиллерист» за отражение атаки немецких самолетов. В Москве Лариса вступила в комсомол, а в 1944 году — и в партию. Знакомые описывали ее как открытую, веселую, энергичную и привлекательную девушку.

Африка и Сибирь

Когда война окончилась, Лариса Гринцевич продолжила учебу в Ленинградском университете и окончила его в 1950 году по кафедре минералогии. В годы учебы она не раз бывала в геологических экспедициях и приобрела немалый полевой опыт. В 1952 году вышла замуж за преподавателя Ленинградского инженерно-строительного института Виктора Попугаева и стала Ларисой Попугаевой. Полевой сезон 1952 года пришлось пропустить из-за рождения дочери.

После окончания университета Лариса Анатольевна познакомилась с геологом Наталией Николаевной Сарсадских (1916–2013), которая работала в Центральной экспедиции 2-го Союзного геологического треста, занимавшейся поисками алмазов по всему СССР. Наталия Сарсадских была заведующей шлихо-минералогической лабораторией Центральной экспедиции. (Шлих — это концентрат тяжелых минералов, которые остаются после промывки в воде природных

рыхлых отложений или раздробленных минералов; шлиховой метод поиска полезных ископаемых — один из самых древних и простых.)

Богатые месторождения алмазов имеют вид так называемых кимберлитовых трубок. Кимберлиты, получившие название от южноафриканского города Кимберли, где в 1871 году был найден алмаз весом 85 карат (16,7 г), — магматические породы определенного состава. При прорыве через земную кору они образуют характерные геологические тела, в том числе кимберлитовые трубки — гигантские перевернутые конусы, до километра в поперечнике. Среди минералов, которые выносит на поверхность Земли магма в кимберлитовых трубках, особое внимание привлекают, конечно, алмазы; большинство их происходит именно из мантии Земли. (Хотя есть и исключения, например микроалмазы ударного типа, которые образуются при падении метеоритов.) Свежие кимберлиты имеют цвет от темно-голубовато-зеленого до зеленовато-серого, со временем начинают темнеть и крошиться.

На протяжении веков алмазы находили в россыпных месторождениях, намываемых реками и ручьями. Кимберлитовую трубку трудно обнаружить: теоретически

кимберлиты легко выветриваются, то есть их поверхность понижена, но из-за растительного покрова эту особенность рельефа заметить невозможно. Даже если кимберлиты обнажены, алмазы в них сверкают чаще всего в кино: они редко встречаются даже в магматической породе.

В середине XX века хорошо известны были алмазоносные кимберлитовые трубки Южной Африки. В Якутии находили отдельные алмазы, но кимберлитовые трубки не попадались. Хотя, исходя из общегеологических соображений, они вполне могли там быть. Алмазы Советскому Союзу были нужны, и не столько ювелирные, сколько технические. Уральские россыпные месторождения эту потребность удовлетворить не могли.

Наталья Сарсадских предложила изменить стратегию поиска. По ее мнению, нужно было искать не сами кимберлитовые трубки и не алмазы, а минералы, часто встречающиеся вблизи трубок и более распространенные, чем алмазы. А там, где найдут такие минералы, можно будет начать и поиск трубок.

▼ Трубка Удачная — месторождение алмазов на севере Якутии





Лариса Попугаева пришла геологом в партию Сарсадских весной 1953 года, этот полевой сезон они проработали вместе и сдружились. Сарсадских и Попугаева начали анализ минералов, которые находили в разных районах Якутии. Отважные женщины проходили стокилометровые маршруты по безлюдным местам, вдвоем, а иногда поодиночке, разделяясь ради лучшего охвата перспективных участков. Их внимание привлек ранее неизвестный им минерал — красный, прозрачный или полупрозрачный, — который иногда находили в верхнем течении реки Мархи. Муж Сарсадских, Александр Александрович Кухаренко (1914–1993), минералог, геохимик и геолог, опознал в этом минерале пироп — типичный компонент кимберлитов Южной Африки. Прозрачные пиропы и сами используются в ювелирном деле, но важны они потому, что указывают на близость кимберлитовой трубки. Имело смысл начать поиски именно там.

Красные камни в речном песке

Руководство 2-го Союзного геологического треста отнеслось к этой идее скептически, средств на экспедицию не дали. Центральная экспедиция выделила деньги в недостаточном количестве. Тогда исследовательницы обратились за помощью во Всесоюзный был переименован в 1939 году научно-исследова-

тельский геологический институт, и руководитель Тунгусско-Ленской экспедиции института Иван Иванович Краснов разрешил перевести одного человека в их штат: получилось две ставки, геолога и рабочего. Часть расходов, что важно для последующего развития событий, взяла на себя Амакинская экспедиция.

Амакинская геологоразведочная экспедиция 2-го Союзного геологического треста (хотя изначально обе организации назывались иначе) занималась поисками алмазов в Якутии с конца 1940-х годов. Она существует и сегодня. В начале 1950-х у Амакинской экспедиции были самолеты, база в поселке Нюрба на берегу реки Вилкой и все необходимое. Отдельные алмазы и даже небольшие россыпи находили в речных песчаных наносах, однако на месторождение выйти не удавалось. Ленинградских энтузиастов в Нюрбе тоже встретили без восторга, но самолет, чтобы добраться до места, предоставили.

У Натальи Сарсадских в том году родился ребенок, и она поехать в экспедицию не смогла; поехали Лариса Попугаева и рабочий Федор Алексеевич Беликов. Уже в Нюрбе к ним как-то сама собой присоединилась бездомная белая лайка.

Технология поисков была понятна: идти вверх по течению реки, смотреть, встречаются ли пиропы, и засечь тот момент, когда пиропы кончатся. Это и будет означать, что где-то рядом находится трубка, из которой их вымывает вода.

В июне 1954 года Попугаева и Беликов начали поиски с того места, где пиропы были обнаружены в прошлый сезон. Они пошли вверх по течению реки Мархи, делая промывки речного песка каждые 50–100 метров, до того места, где в нее впадал ручей Дьяха. Выше впадения ручейка пиропов на берегах реки не было, зато пиропы встречались по берегам ручейка, и их становилось все больше. (На самом деле источников пиропов было два: потом кимберлитовую трубку нашли в самом русле Дьяхи.) Но тогда ситуация стала загадочной. Поднявшись вверх по течению ручейка, геологи пришли к болоту, из которого он вытекал. Вокруг болота пиропов не было, стали изучать склон у ручья. К тому времени уже наступил август.

Наконец, 21 августа 1954 года, дождь застал их примерно в километре от ручья. Промокшие геологи начали ставить палатку и разводить костер, а Лариса срезала ножом и отвернула пласт дерна, чтобы простым глазом, лежа на земле, рассмотреть породу (этот ее не вполне научный подход коллеги называли «животным способом»). Под дерном оказались голубая глина и пиропы.

Кстати, неподалеку были следы стоянки геологов из Иркутска: кострище, консервные банки. Вероятно, они не стали срезать дерн.

Лариса Попугаева вырвала листок из блокнота, написала на нем записку о том, что алмазы здесь, спрятала листок в пустую банку из-под консервов и

сложила над банкой небольшую пирамиду из камней. В дальнейшем на этом месте был построен город Удачный, а записка хранится в городском музее вместе с полевым дневником Попугаевой, который в 2004 году подарила музею ее дочь.

Так в Якутии была открыта первая кимберлитовая трубка, позже получившая название «Зарница». Поблизости от «Зарницы» нашли еще десять трубок, в том числе и богатейшую «Удачную», которую разрабатывают по сей день.

Интересно, что палеонтолог и фантаст Иван Ефремов еще в 1944 году написал рассказ «Алмазная труба», персонажи которого находят первую кимберлитовую трубку в Якутии, — возможно, всего километрах в трехстах от «Зарницы». Герои рассказа упоминают сходное геологическое строение Среднесибирского и Южноафриканского плоскогорий, на поверхность которых (может быть, в одно и то же время) мощными ударами вырывались глубинные породы, пробивая узкие алмазонаосные трубы. И они тоже ищут в реках куски гриквита — «породы из смеси граната, оливина и диопсида», указывающие на близость месторождения, и волнуются о финансировании экспедиции, и боятся не успеть до конца сезона.

Невозможно не процитировать этот рассказ, в котором подвиг геологов воспет с характерным для Ивана Антоновича романтическим натурализмом.

«Небольшой кусок темной породы был плотен и тяжел. На грубозернистой поверхности скола мелкими каплями сверкали многочисленные кристаллы пироба — красного граната — и чистой, свежей зеленью отливали включения оливина. Эти кристаллы отчетливо выделялись на светлом голубовато-зеленом фоне массы хромдиопсида. Кое-где сверкали крошечные васильковые огоньки дистена. Порода очаровывала глаз пестрым сочетанием чистых цветов. Профессор повернул образец другой стороной, где на мазке белой эмалированной краски стояла надпись: «Река Мойеро, южный склон Анаонских гор, экспедиция Толмачева, 1915»».

«Внезапно Чурилин издал приглушенное восклицание и торопливо достал из нагрудного кармана складную лупу. Султанов бросил лоток и подбежал. На синевато-черном фоне небольшого куса породы сидели почти рядом три прозрачных кристаллика с горошину величиной. Треугольные площадки их граней не были абсолютно гладкими, но тем не менее ярко блестели. Каждый кристалл представлял собою две соединенные основаниями четырехгранные пирамиды. Геологи не спускали глаз с кристаллов. В глубоком безмолвии леса слышалось лишь прерывистое дыхание людей.

— Алмазы, алмазы! — Горло Султанова сжалось спазмом.

— Да, типичные октаэдры, как в Южной Африке, — произнес Чурилин. — Чистой воды, хоть и не голубоватые. По тамошней номенклатуре — второй сорт

высшего класса; так называемый первый — Капский. Вот и всё, Арсений Павлович, наше дело сделано».

В образцах, привезенных Попугаевой, тоже были найдены алмазные кристаллики.

А затем романтика закончилась и началась безобразная история, подробности которой стали широко известны лишь в 1990-е годы.

Похитители бриллиантов

Амакинская экспедиция оказалась в неудобном положении. Гостья из Ленинграда сделала то, что им со всеми их людскими и финансовыми ресурсами не удалось сделать за пять лет, а ведь находка была так близко.

Вот что пишет кандидат геолого-минералогических наук Евгений Борисович Трейвус, специалист по кристаллографии и мемуарист («Нева», 2003, 9): «Летом того же 1954 года геолог Амакинской экспедиции Иван Галкин, промывая песок на алмазы, обнаружил повышенное их количество в полукилометре от знаменитой в дальнейшем трубки «Мир» и прошел мимо. Сочли, что алмазы в это место принесены откуда-то издалека. Через много лет он сокрушался: «Если бы мы шли по пироповой ниточке, то обязательно вышли бы к трубке». Ситуация не только обидная, но и чреватая серьезными административными последствиями.

Оставался один выход: повернуть дело так, будто алмазы нашла экспедиция. В конце концов, они же оказали Попугаевой помощь!



В конце сентября 1954 года в Нюрбе состоялось совещание с участием множества специалистов по разведке алмазов и московского руководства. Доклад Попугаевой стал сенсацией. Однако в начале совещания главный инженер «с твердостью в голосе» объявил, что кимберлиты найдены Амакинской экспедицией, и это вошло в резолюцию.

Затем Ларису Попугаеву заставили задним числом написать заявление о приеме в Амакинскую экспедицию. Она отказывалась — даже если предположить, что она бы захотела подставить ленинградских коллег, лишив их участия в открытии, никакого смысла менять Ленинград и будущую аспирантуру на Нюрбу для нее не было. Но ей не давали улететь домой («нет мест в самолетах»), не подписывали командировку, не возвращали собранные материалы и дневники, объявив их секретными. Угрожали арестом (за якобы кражу алмазов из образцов и разглашение секретной информации), пугали физической расправой, издевались и насмехались.

В конце концов, уже в ноябре, Лариса написала требуемые бумаги — и когда вернулась в Ленинград, к мужу и дочери, Сарсадских и другие сотрудники обвинили ее в непорядочности. Федор Беликов смог вылететь в Ленинград раньше и рассказал, что происходило в Нюрбе, но это не помогло.

Полевой сезон 1955 года она проработала как геолог Амакинской экспедиции, описывала породы «Зарницы», помогла в открытии «Удачной». Метод поиска кимберлитовых трубок по пиропам оказался плодотворным. Благодаря ему Советский Союз превратился в крупнейшего поставщика алмазов на мировом рынке.

А Попугаева в 1956 году уволилась из Амакинской экспедиции, но на прежнее место работы не вернулась — Сарсадских ее так и не простила. Поступила в аспирантуру в Горный институт на кафедру полезных ископаемых, откуда потом перешла на кафедру минералогии.

Как водится, за наказанием невиновных (в данном случае даже победителей) последовало награждение непричастных. С 1957 года в СССР были учреждены Ленинские премии выдающимся деятелям науки и искусства. Н.Н. Сарсадских и Л.А. Попугаева были выдвинуты кандидатами, но на каком-то этапе их фамилии вычеркнули. Премии получили начальник треста и пятеро участников Амакинской экспедиции. Дочь Ларисы Наталья Попугаева с горечью вспоминала, что некоторые из награжденных никогда в жизни не участвовали в полевых исследованиях.

Полгода спустя Попугаеву наградили орденом Ленина (с формулировкой «В ознаменование 325-летия вхождения Якутии в состав России, за успехи в хозяйственном строительстве»), а Сарсадских — орденом Трудового Красного Знамени. Ни Попугаева, ни Сарсадских так и не стали докторами наук, хотя значимость сделанного ими открытия и его эконо-

мический эффект были вполне достаточными для избрания в академии.

Конфликты, развернувшиеся после открытия, стоили Ларисе Анатольевне много сил и нервов. В общении с посторонними людьми, особенно с начальством, она сильно изменилась, хотя в кругу близких людей оставалась доброжелательной, живой и артистичной. Когда скульптор Вера Исаева попросила ее позировать для создания монумента открывателям якутских алмазов, Попугаева отказалась. По воспоминаниям дочери — сказала, что открытие принесло ей много горя и разочарований и она хотела бы забыть эту историю. Тот монумент так и не был возведен.

В дальнейшем Лариса Попугаева работала в системе ювелирной промышленности. С аспирантурой у нее так и не сложилось, и в 1959 году она поступила на работу в Центральную научно-исследовательскую лабораторию камней-самоцветов (ЦНИЛКС) при Ленгорисполкоме. Была назначена руководителем геолого-минералогической группы (она и еще два человека), с зарплатой 980 дореформенных рублей.

Задачей отдела было обследование месторождений камнесамоцветного сырья. По воспоминаниям коллег, Попугаева и здесь работала увлеченно, возмущалась напрасными потерями ценных камней, боролась за собственную сырьевую базу для советской ювелирной промышленности.

В конце 1964 года ее принял председатель Совета министров СССР Алексей Николаевич Косыгин (1904–1980). Косыгин поддержал ее предложения, после чего было принято соответствующее постановление и созданы всесоюзный трест «Цветные камни» и Институт ювелирной промышленности — ВНИИЮвелирпром, где Лариса Попугаева и работала до конца жизни в должности заведующего лабораторией. Пыталась добиться, чтобы из кимберлитовых отвалов извлекали красивейшие ювелирные минералы — те же пиропы, хризолиты, гиацинты.

В 1970 году, в 47 лет, Лариса Попугаева защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. В том же году ей вручили диплом и значок «Первооткрыватель месторождения» — почетная награда для геолога. При этом исследовательница, которая принесла государству огромные доходы, продолжала жить с семьей в коммуналке. Отдельную квартиру Алмазная Королева получила только в середине 1970-х годов.

Вечером 19 сентября 1977 года Лариса Анатольевна после работы сказала коллеге, что идет в магазин купить «чего-нибудь вкусненького» для домашних, и упала прямо на улице. Смерть от закупорки и разрыва аорты наступила мгновенно. Ей было всего 54 года.

В 2004 году в городе Удачном в Якутии был установлен памятник Ларисе Попугаевой. Ее именем назван алмаз весом в 29,4 карата.



Криль-платформа

Создатели движущихся устройств часто черпают идеи в мире живых существ. К примеру, плавающие в воде роботы повторяют движения рыб или дельфинов. Но не только. Есть в море и другие образцы для подражания. Например — мелкий морской криль. Сто миллионов лет эволюции сделали его образцом маневренности и скорости, доступных маленьким существам его размеров.

Мелкие рачки применяют технику так называемого метакхронного плавания, распространенную у водных организмов. Они регулярно и волнообразно двигают своими ногами-лопастями. Скопления криля дают отличный пример организации роя. Виртуозно маневрируя, такие сообщества легко перемещаются на километровые расстояния.

Тайны метакхронного плавания решили разгадать исследователи Национального автономного университета Мексики и Университета Брауна под руководством его профессора Моники Мартинез Вилхелмус (Monica Martinez Wilhelmus). Чтобы детально изучить движения рачка, они построили искусственного рачка, роботизированную платформу с приводами к ногам-плавникам, которую назвали плеоботом. Выполнена она из элементов, отпечатанных на 3D-принтере. Плеобот служит и инструментом исследований, и прототипом плавающего подводного робота.

Ученые исследовали разные конфигурации плавников и потоки воды вокруг них. Так удалось выяснить физические параметры плавания, которые невозможно было изучить в живой природе. Эксперименты позволили выбрать оптимальную форму плавников и выявили пути

дальнейшего совершенствования конструкции.

Морские биологи знают, что если криль не движется, то он начинает тонуть. Опыт прояснил вопрос о том, как рачок создает подъемную силу и не погружается при движении вперед. Здесь главную роль играет область пониженного давления сзади гребущих ног рачка, которую вода выталкивает вверх вместе с ним. Таков механизм ежедневной массовой вертикальной миграции криля. Эти погружения и всплытия особо интересовали ученых.

Исследование стало первым важным шагом к созданию подводных роботов. Автономные, но связанные между собой устройства смогут изучать океанские просторы, проводить спасательные и, конечно, военные операции. Плеоботы помогут решить фундаментальные проблемы биофизики и экологии. По мнению авторов,

такие роботы будут изучать океаны не только на Земле. Они смогут погрузиться в подледные моря на космических телах, подобных спутнику Юпитера Европе.

В будущем ученые планируют изучить плавание креветки. Вся документация проекта выложена в Интернет, чтобы другие исследователи тоже могли познакомиться с метакхронным плаванием. Статья о результатах работы опубликована в журнале *Scientific Reports*.

Реабилитирующая рука

Тяжело приходится больным с нервно-мышечными нарушениями — тем, кто, например, перенес инсульт. У них нарушаются координация и сила рук. Иногда развиваются спазмы, которые не позволяют выполнять даже минимум повседневных движений, а это еще больше уменьшает подвижность.

Помочь пациентам могут устройства, компенсирующие и восстанавливающие функции рук. Уже созданы роботизированные экзоскелеты с электроприводом. Однако обычно они состоят из жестких металлических элементов, и эта жесткость часто не позволяет гармонично распределять нагрузки на мышцы.

Для реабилитации и восстановления пациентов гораздо удобнее и результативнее мягкие экзоскелеты с гибкими материалами и сенсорами, которые адаптируются к форме рук. Благодаря обратной связи эти устройства отслеживают сложные движения рук пациента и откликаются на них. Игра на фортепьяно, требующая тонких движений пальцев, — один из показателей такой сложности. Однако протезы для игры требуют высокоинтеллектуальных алгоритмов управления.

Такой экзоскелет создали инженеры Флоридского атлантического университета во главе с Эриком Энгебергом (Erik Engeberg), профессором Колледжа инженерных и компьютерных наук. Эта роботизированная рука способна вернуть пианисту навыки игры после тяжелой травмы мозга.

Мягкий экзоскелет, который надевают на руку, подобно перчатке, содержит гибкие тактильные сенсоры, по шестнадцать на каждый палец, и пять мягких пневматических приводов. Роборукой управляет алгоритм искусственного интеллекта, поэтому она может «чувствовать» разницу между правильным и неправильным исполнением музыкального произведения. И, самое важное, экзоскелет помогает точно дозировать силу движений, которая требуется конкретному пациенту для любых манипуляций.

Каждый такой экзоскелет индивидуален, потому что его изготавливают с учетом анатомии конкретного пациента. Технология в сравнении с общепринятыми принципиально проста. На твердую трехмерную основу в форме руки пациента наносят оболочку с датчиками и приводами в ее толще. Она остается достаточно гибкой, чтобы не ограничивать движения руки. Затем твердую основу растворяют и получают мягкую перчатку-экзоскелет.

Понятно, что экзоскелет помогает восстанавливать правильные движения при проигрывании простых музыкальных произведений. Тут не до виртуозности. Экзоскелет отслеживает движения рук и подправляет их во время игры на пианино. Разумеется, машинные алгоритмы, управляющие экзоскелетом, предварительно обучили на одной песенке. Потом проиграли эту песенку только перчаткой и перчаткой, надетой на руку живого пациента. Тренировка трех разных машинных алгоритмов на данных сенсоров дала возможность выявить лучший алгоритм. Он показал самую высокую точность воспроизведения: 97,1% без человека и 94,6% — вместе с ним.

Как видим, идея и конструкция оправдали себя и пригодятся, чтобы восстанавливать моторику мышц и для работ, требующих ювелирной точности. С его помощью реабилитологи смогут создавать сложные персональные программы, поскольку экзоскелет легко определит, какие моторные функции рук нуждаются в улучшении. Ведь он знает разницу между правильным и неправильным движением. Статья о работе появилась в журнале *Frontiers in Robotics and AI*.

Интеллект для ног

Успехи в создании носимых экзоскелетов дают возможность восстановить подвижность ног после различных заболеваний и травм. Чтобы больной мог поддерживать баланс, эти реабилитационные устройства оборудуют специальными сенсорами и разными дополнительными опорами, даже костылями. Методы управления экзоскелетами для ног прежде всего нацелены на выполнение естественных движений. Это не всегда удобно, так как электроника не оптимизирует баланс пользователя, поэтому он быстро устает и чувствует дискомфорт. Сегодня инженеры почти не разрабатывают программируемые контроллеры экзоскелетов, которые нацелены на безопасность движений.

Этот недостаток восполнила команда инженеров Технологического института Нью-Джерси, руководимая профессором Жоу Ксинлианом (Xianlian Zhou) с факультета биомедицинской инженерии. Ученые создали универсальную систему управления на базе искусственного интеллекта, которая, по их мнению, сможет изменить ситуацию и при обучении пользованию экзоскелетом, и при последующем восстановлении навыков передвижения с его помощью. Новый метод описан в статье, вышедшей в журнале *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. Она доступна всем желающим.

Авторы работы применили так называемое глубокое подкрепляющее обучение ИИ. Оно отличается тем, что позволяет управляющему алгоритму учиться на собственном опыте методом проб и ошибок. Инженеры разработали новую математическую модель движения скелета и мускулатуры, которая описывает перемещение ног человека. На ней исследователи и тренировали алгоритм, который они создали для экзоскелета, пока не достигли естественности и устойчивости в движении.

Тесты показали, что экзоскелет пригодится больным с самыми раз-

ными заболеваниями — травмами и ранениями позвоночника, множественным склерозом, инсультом и другими неврологическими заболеваниями. Перенастраивать алгоритмы для них не нужно.

Оригами в космосе

Роботов, которые изменяют свою форму, легко адаптировать к самым разным задачам. К этому классу принадлежат модульные роботы. Такие многочисленные одинаковые устройства можно собирать в разнообразные трехмерные конфигурации и рои. Особая группа — полигональные и полиморфные роботы, которые соединяются друг с другом для создания сложных устройств.

Новый робот Mori3, созданный инженерами Политехнической школы Лозанны под началом директора Лаборатории реконфигурируемых роботов Джейми Пайк (Jamie Paik), совмещает в себе свойства полигонов и роев. Конструкцию, которая может принимать форму практически любого трехмерного объекта, собирают из роботов-пластин в форме равностороннего треугольника дециметровых размеров. Каждая представляет собой полноценного робота, способного соединяться с себе подобными. Из таких отдельных треугольных модулей легко получить многогранник любой формы.

Mori3 komponуют в зависимости от рабочей среды и стоящих перед ним задач. Он может менять свой размер, форму и функции, соединяться и разделяться, перемещать предметы, взаимодействовать с людьми и неживыми объектами. Новый тип роботов стал подтверждением оригинальной оригами-концепции лаборатории, позволяющей создавать роботов произвольной формы. Чтобы доказать ее жизнеспособность, ученым пришлось преодолеть большие дизайнерские и инженерные сложности, а также пересмотреть многие принципы робототехники, например разработать способы быстрого соединения модулей.

Робот открывает новые перспективы в исследовании космического пространства. Треугольники покрывают плоскость без промежутков, поэтому их можно компактно, штабелями загрузить в ограниченный отсек космического корабля, а не размещать там объемные специализированные устройств. На первом этапе инженеры надеются использовать Mori3 для связи и внешнего ремонта космических аппаратов.

Реалии нашей жизни заставляют предполагать и другие применения. Представьте себе небольшой штабель, который за часы сам разворачивается в непрерывную полосу заграждения вокруг боевого подразделения или за ночь образует минное поле, которое по одной команде может переползти на новую территорию или собраться в нужном месте в единое взрывное устройство. Статья о разработке появилась в журнале *Nature Machine Intelligence*.

Чат-бот разрабатывает робота

СhatGPT фирмы OpenAI принадлежит к классу больших языковых машин. Он с разной степенью успеха может писать и переводить тексты, создавать программный код, искать, компоновать и рецензировать информацию и пр.

Как могут такие машины изменить процесс создания роботов? Этим вопросом, вынесенным в заголовок статьи журнала *Nature Machine Intelligence*, задалась группа инженеров, возглавляемая профессором Делфтского технического университета Козимо Делла Сантина (Cosimo Della Santina).

Идеальный ответ состоял бы в том, что ИИ полностью ведет разработку, а люди лишь ставят задачи или исполняют решения. Однако с имеющейся версией чат-бота это невозможно. Тогда чем он может помочь? И чего принципиально не может? Исследователи попытались получить ответ, заказав ему разработку руки-робота для сбора томатов.

Авторы работы отмечают, что ChatGPT расширил их знания по некоторым вопросам, например сообщил, сбор какого вида томатов автоматизировать максимально выгодно экономически или что манипулятор лучше делать из силикона или резины, чтобы не повредить помидор. Чат-бот также предложил оптимальный тип электромотора для руки. Заметим, что все эти советы для специалиста выглядят тривиально. Странно узнавать о них из статьи профессиональных инженеров.

В конце концов, инженеры создали самую типичную роботу. Читатель может догадаться, что конструктивные решения были компиляцией имеющихся в Сети. Авторы же работы нашли сотрудничество с чат-ботом, взаимно обогащающим и креативным. Они делают вывод, что их роль сместилась в сторону решения технических задач. Однако указывают, что предложения чат-бота могут содержать ошибки, если их не проверять, так как на все вопросы он дает наиболее вероятные ответы, то есть предлагает стереотипные решения.

Тем не менее исследователи приходят к выводу, что ИИ фундаментально изменит ландшафт роботостроения прежде всего тем, что позволит роботам понимать и анализировать человеческий язык и переводить языковые инструкции в коды и действия. Ключевым для этого инженеры считают умение чат-бота обрабатывать и обобщать большие объемы текстовых данных, например, технические руководства, патенты, научные статьи.

Видимо, отдавая дань всеобщей моде, авторы восхищаются такими результатами работы ИИ, которые обычны для подготовленных профессионалов. Заметим, что работа, повторяющая хорошо известные конструкции роботов, вряд ли достойна публикации в журнале столь высокого уровня. По-видимому, создавать что-то качественно новое способен лишь мозг человека. Но часто достаточно старого решения, которое легко сойдет за новое.

Выпуск подготовил
И. Иванов



Технологии периода перемен: от краха до искусственного интеллекта

Твердые пластинки для точного инструмента — это подлинное сокровище

Кандидат физико-математических наук

С.М. Комаров

Если техника в значительной степени зависит от состояния науки, то в гораздо большей мере наука зависит от состояния и потребления техники. Если у общества появляется техническая потребность, то она продвигает науку вперед больше, чем десяток университетов.

Фридрих Энгельс

Фотограф Евгения Комарова (все фото, кроме микроскопии)

Рейтинговые агентства выводят уровень промышленного развития страны, используя сложные вычисления. Зря они так делают: можно обойтись одним параметром. И параметр этот — число карат алмазного инструмента, ежегодно используемого в этой стране. Статистика свидетельствует: такой показатель выстраивает страны по ранжиру ровно в том порядке, что дают сложные рейтинги. Это не случайно. Алмазный и вообще твердый инструмент, и только он, позволяет изготавливать детали точнейшего размера и, значит, делать безупречно работающие машины. Увы, с отечественным инструментом в РФ ситуация сложная.

Твердый инструмент в качестве колеса

«Если у тебя нет технологии изготовления колеса, то, как бы ты ни старался спроектировать телегу, у тебя выйдут только сани-волокуши», — этой метафорой кандидат технических наук, зам. директора ВНИПИ тугоплавких металлов и твердых сплавов (ВНИИТС) С.Ю. Лукьянычев описывает ситуацию в хорошо знакомой ему инструментальной отрасли.

Так получилось, что к настоящему времени производство и разработка точного инструмента в стране сильно деградировало и, по сути, перешло из разряда индустриального в ремесленное производство малых партий по индивидуальным заказам. Поэтому в случае появления потребности в отечественном инструменте дело придется начинать практически с нуля. А для технологий твердые сплавы представляют собой нечто вроде колеса. Без них нельзя ни обрабатывать мало-мальски сложный материал с тем, чтобы получить заложенную в конструкцию точность, ни бурить скважины для добычи нефти и газа, ни пробивать броню танков.

В общем, если у тебя нет своего инструмента, то у тебя либо нет машиностроения, либо оно критически зависит от зарубежных поставок расходных материалов. До недавнего времени многие отмахивались от мыслей об опасности такого положения дел, но после февраля 2022 года это стало очевидно всем.

Вольфрам всему голова

Что такое инструмент из твердых сплавов? Как в военном деле идет постоянное соревнование между снарядом и броней, так и в технологии идет состязание между желанием получить более твердый, жесткий, прочный материал и возможностью его обработать с требуемой точностью. Вот нет у тебя алмазного резца, и ты беспомощен перед простейшей задачей вырезать кусок стекла для разбившегося окна. Чтобы резать стекло, нужна твердость алмаза, а никакая сталь его не разрежет, у нее не хватит твердости.

До поры до времени в токарном производстве хватало инструментальной стали. У нее твердость выше, чем у конструкционных, значит, резец может снять стружку с такой детали и делать это довольно долго, прежде чем затупится. А если затупился — есть более твердый материал, из которого сделан точильный круг. Он сточит режущую кромку резца и обеспечит ей необходимую остроту, чтобы далее точить менее твердые детали.

Постепенно это соревнование привело к тому, что появились специальные быстрорежущие стали: в их состав ввели много карбидов вольфрама и молибдена. Эти вещества не только очень твердые, они еще и необыкновенно тугоплавкие, то есть резец даже в случае сильного нагрева, а он неизбежно раскаляется при интенсивной работе, не станет сразу оплавляться и терять свою остроту.

Так вольфрам в начале XX века стал основным материалом для того «колеса», на котором двигалась вся технология машиностроения. Да и не только она: появившаяся на

поле боя бронетехника потребовала бронепробивающих снарядов. В принципе, требования к ним не сильно отличаются от требований к резцам. Снаряд должен сохранять остроту и не плавиться при сильном нагреве, следующим за ударом. Так появился подкалиберный бронебойный снаряд с вольфрамовым сердечником.

Однако к 20-м годам XX века немцы совершили революцию, плодами которой мы пользуемся по сей день. Они придумали материал, который в СССР называли «победит». Он не содержит железа, это на 90% карбид вольфрама со связующим в виде кобальта, вполне тугоплавкого и жаростойкого металла. Твердость победита столь высока, что обрабатывать его очень трудно, можно разве что отшлифовать.

Как же работать с таким материалом? Как сделать острый резец? Для этого понадобилась технология порошковой металлургии. Композицию из мелких порошков смешивают, утрамбовывают в пресс-форме, компактируют при высоком давлении, а затем спекают при высокой температуре. Кобальт за несколько часов растекается по частицам карбида вольфрама, спаивая их в монолит.

Острые края таких твердосплавных пластинок получают сами собой — благодаря выверенной форме, в которой идет превращение порошка. Пластины либо припаивают к инструменту, либо вставляют в посадочные места и как-то механически закрепляют; получается инструмент со сменной режущей частью.

▼ Чудом сохранившиеся отчеты о научных работах института будут оцифрованы и станут основой технологического искусственного интеллекта по твердым сплавам и тугоплавким металлам. ТехноИИ облегчит обучение специалистов, упростит работу технолога, а где-то и заменит его



Со временем материаловеды придумали много твердых материалов. Это корунд, то есть оксид алюминия, и другие керамические материалы, это и твердые соединения бора, нитрид и карбид, это и искусственные алмазы, до недавнего времени самый твердый материал на Земле. Теперь пальму первенства у алмаза отобрали тоже углеродные соединения, фуллериты, их можно получить из фуллеренов при высоком давлении. Да и состав «победита» не догма: в зависимости от задач в базовую композицию из карбида вольфрама с кобальтом вносят добавки.

Вот, например, такая задача. Для определенного изделия нужно выточить вал длиной в несколько метров. Но выточить его нужно за один проход, иначе при смене инструмента возникнет мелкая каверна, из-за которой изделие может взорваться. Значит, инструмент не должен терять свою остроту за время этого одного прохода. Однако режущая кромка неизбежно нагревается, кобальтовая матрица размягчается, и из-за микроударов из нее выкрашиваются частички карбида вольфрама. Решить проблему удастся за счет добавки рения, который гораздо более тугоплавкий, чем кобальт. Конечно, хорошо бы весь кобальт заменить рением, но последний очень дорог.

Практика развития

Впрочем, это все материаловедческая теория. Практика же такая. Вольфрам, как правило, имеется в гранитных рудах в виде триоксида; его сопровождают ценный молибден и множество ненужных минералов. Поэтому на руднике из руды делают концентрат триоксида вольфрама, потом его очищают, получают гидроксид вольфрама, который и служит сырьем либо для изготовления порошка чистого металла, либо карбида для инструмента.

Коль скоро вольфрам — главное вещество при изготовлении точного и надежного инструмента, то при индустриализации, которая начинается с развития машиностроения, потребность в нем резко растет. Так случилось и в России.

Добывать вольфрам начали в 1910-х годах, и это были мелкие месторождения на Урале, способные выдать под 100 тонн концентрата в год. С началом индустриализации потребность в вольфраме стала резко расти, и, значит, встала задача расширить производство своего вольфрама, коль скоро СССР пребывал в кольце врагов. Геологи нашли такие месторождения, в частности было открыто уникальное месторождение на Кавказе, в верховьях Баксанского ущелья — Тырныаузское месторождение; в 1982 году его мощность оценивали в 35 млн тонн руды, 528 тыс. тонн триоксида вольфрама и 145 тыс. тонн молибдена.

Этот рудник и стал основным источником советского вольфрама — на его долю приходилось до 60% производства. В Тырныаузе получали концентрат, а затем его перевозили в Нальчик, где на гидрометаллургическом комбинате превращали в гидроксид и рассылали это сырье потребителям по всей стране.

Судьба рудника оказалась нелегкой, причем не один раз. Так, в 1934 году рабочие геологической партии под руководством К.Б. Орлова — Асхат Геккиев и Хамид



▲ Шедевр материаловедов из ВНИИТСа — пресс-форма из графенового композита. В пресс-форме есть прямоугольное отверстие, в него насыпают порошок твердосплавной композиции, устанавливают пуансон, прикладывают к нему высокое давление и получают готовую пластинку. Форма и пуансон напечатаны на 3d-принтере из полимерно-графеновой нити, поэтому они обходятся дешево. С таким оборудованием рентабельно делать малые партии пластинок: услуга очень востребована на современном рынке. Конечно, композитный материал хуже выдерживает нагрузки, чем металл, однако для изготовления нескольких пластинок его ресурса хватает

Тебердиев — в Тырныаузе нашли молибденовую руду. Однако Главкредмед (подразделение наркомата цветной металлургии, курировавшее работу с редкими металлами) дал заключение о нецелесообразности разработки. Этим возмущился Бетал Калмыков, ранее герой борьбы горцев Кавказа за Советскую власть, а тогда первый секретарь обкома КБАО; он создал свою геолого-разведочную организацию во главе с Г.К. Гурским, представителем Наркомтяжпрома в Кабардино-Балкарии. В помощь ему направили Н.А. Хрущева, специалиста по молибденовым рудам, пребывавшим в ссылке в Оренбурге; этому поспособствовал начальник Главкредмета Б.П. Некрасов.

Благодаря проведенной Калмыковым интриге, эти специалисты встретились с отдыхавшим в Кисловодске Серго Орджоникидзе, наркомом тяжелой промышленности. Выслушав их соображения, он дал ход делу, и в 1937 году освоение рудника и строительство вольфрам-молибденового комбината началось. Позднее это производство стало основой промышленности Кабардино-Балкарии.

Увы, очень скоро участники этой работы и некоторые их коллеги, давшие советской промышленности долгожданное вольфрамовое «колесо», были арестованы, а то и репрессированы, а Калмыков расстрелян по обвинению в создании контрреволюционной организации, хотя и сам был членом тройки НКВД. Впро-

чем, репрессии не помешали динамичному развитию Тырныаузского комбината.

Во время войны на его долю выпали новые беды. В августе 1942-го немцы подошли к Баксанскому ущелью. Работы на комбинате прекратили, а полторы тысячи сотрудников с семьями ушли через высокогорные перевалы, по ходу дела вступая в бой с немецкими парашютистами, сам же комбинат был взорван. Восстанавливать его начали уже весной 1943 года. В 1992 году была достигнута наибольшая производительность — комбинат добывал и перерабатывал 8 млн тонн руды в год.

Одновременно с Тырныаузским, в 30-е годы открыли вольфрамовые месторождения в Забайкалье, Приморье, Казахстане. Для управления всем этим хозяйством в Наркомцветмете в 1943 году был создан главк Главвольфрам, а при нем Союзный трест твердосплавной промышленности, Союзтвердосплав. Он объединил добывающие, производственные и научные подразделения, занятые созданием и применением инструмента из твердых сплавов.

Пластинки для Автоваза

Одно из основных производств твердосплавных пластинок располагалось в Москве, это был Московский комбинат твердых сплавов, МКТС. Его создали в 1936 году на базе завода редких элементов, а во время войны производство эвакуировали на Урал, в небольшой городок Кировоград, где получившийся Кировградский завод твердых сплавов стал градообразующим предприятием.

Московский комбинат выпускал твердый инструмент для металлообработки и для бурового оборудования. Делал он и сердечники для бронебойных пуль и снарядов. Форменная революция случилась в 70-х годах, после того как у «Фиата» купили полную технологию изготовления автомобилей и появился Волжский автозавод, ныне «Автоваз».

▼ Кандидат технических наук С.А. Ерёмин думает над очередной задачей по распечатке пресс-формы. Кстати, графеновую нить (черная бухта слева внизу от 3d-принтера) делают здесь же





▲ Японские электронные микроскопы Jeol с наборами различных микроанализаторов

У итальянцев к тому времени работали автоматические станочные линии. И на них использовали инструмент со съёмными пластинками, в то время как весь советский инструмент того времени был с припаянными пластинками. В результате при смене затупившегося инструмента токарь заново подстраивает станок. При сменных пластинках эту операцию проводить не надо, однако их качество должно быть идеальным: разброс размеров и твердости пластинок в этом случае недопустим.

Поначалу использовали импортные пластинки, а тем временем готовили импортозамещение — комбинат осваивал технологию изготовления таких сменных пластинок. И успешно ее освоил, чем заложил фундамент уже советских автоматических линий для обработки деталей машин. Комбинат успешно работал, используя самое современное на тот момент оборудование, включая роботизированные комплексы, и поставлял пластинки в десятках стран мира, многие его работники были награждены государственными наградами.

Практика упадка

Но вот пришла перестройка, а затем и приватизация. Трест Союзтвердосплав стал концерном «Твердосплав». Предприятия, бывшие в его подчинении, обрели хозяйственную самостоятельность, в том числе и право заниматься внешнеэкономической деятельностью.

И вроде дела шли неплохо. К 1992 году тот же Тырныаузский комбинат вышел на пик производства, при

отраслевом институте ВНИИТС возникли малые предприятия, призванные облегчить внедрение разрабатываемых технологий в производство. Но тут началась гиперинфляция имени Е.Т. Гайдара. Она не только съела оборотные средства предприятий, как рублевые, так и валютные, которые были превращены в облигации Внешэкономбанка, но и вызвала резкий рост цен на всё, в том числе тарифы на энергию.

В результате отпускные цены на вольфрамовый и молибденовый концентраты Тырныаузского комбината оказались ниже себестоимости. Чтобы снизить убытки, решили сократить производство и стали демонтировать производственные цеха, продавая их на металлолом по бросовым ценам. И тут как-то само собой вышло, что мировые цены на вольфрам упали до такого уровня, что вся деятельность Тырныаузского комбината стала нерентабельной; оказалось гораздо дешевле покупать сырье для производства карбида вольфрама у китайцев. Что бывшие предприятия Союзтвердосплава и стали делать. Комбинат полностью лишился сбыта и был окончательно распилен на металлолом.

В стране сохранилось несколько вольфрамо-молибденовых комбинатов на Дальнем Востоке, которые дают примерно четверть того объема, что давали в Тырныаузе. Однако это все сырье для КНР, откуда теперь сохранившиеся инструментальные предприятия и получают полуфабрикаты, а то и готовые пластинки, и продают их под своей маркой.

С флагманским предприятием бывшего треста, МКТС, вышла более занятая история. Во время перестройки на нем появились представители мирового лидера производства твердосплавного инструмента, шведской компании «Сандвик», и далее все шло по схеме, описанной в учебниках бизнеса.

Переговоры прошли успешно, и было создано совместное предприятие. При этом предполагалось, что шведы передадут современные технологии и системы контроля качества для перехода на мировые стандарты и, соответственно, облегчения экспорта пластинок. Однако в 1994 году у проходной комбината представители «Сандвика» стали скупать ваучеры у сотрудников.

«Я обратил внимание на эту скупку и понял, что страна теряет стратегически важное производство, — рассказывает заведующий научно-технологическим центром ВНИИТС, кандидат технических наук В.Н. Аникин. Во время перестройки он был председателем Совета трудового коллектива института. Такая институция должна была помочь превращению социализма в капитализм с человеческим лицом. Как мы знаем, не помогла. — Тогда я стал искать подходы к А.Б. Чубайсу, который тогда возглавлял Роскомимущество и осуществлял приватизацию. К самому Чубайсу попасть не удалось, и мы вместе с последним генеральным директором Союзтвердосплава Е.Д. Доронькиным пришли на прием к его заместителю, который курировал металлургию и связанные с ней отрасли. Мы хотели ему рассказать, сколь опасно передавать комбинат твердых сплавов в руки иностранной компании, но заметили, что на его шее повязан галстук с логотипом 'Сандвика'. — Вы были в Швеции? — спросил я. — Да, мы с семьей по приглашению 'Сандвика' несколько месяцев провели в этой стране, — подтвердил чиновник. Понятно, что дальше разговаривать было бессмысленно».

Действительно, «Сандвик» вскоре купил МКТС. Однако вместо модернизации все оборудование, в том числе новое, было порезано на металлолом, а здания сданы в аренду. Остался один цех, который, как говорят специалисты, по сути, ничего не изготавливал, а был использован для поставок инструмента компании «Сандвик» с отходом от налогообложения экспортных операций. В 2019 году территорию от зданий очистили и в 2022 году на ней развернули строительство жилого комплекса.

В этой истории был еще один интересный штрих. Когда к началу 2000-х крах комбината стал очевиден специалистам, группа инженеров из ВНИИТС создала собственное предприятие по производству твердосплавных пластинок, которое разместилось во взятом в аренду цеху на территории Московского инструментального завода. Группа была очень сильной, только кандидатов наук было 12 человек, и в производстве они воплотили многолетние наработки института.

Однако через несколько лет приехал представитель «Сандвика» и напросился на экскурсию по предприятию, мол, интересно обменяться опытом, посмотреть на ваши успехи. Успехи, видимо, впечатлили, и основателям-хозяевам предприятия были предложены крупные суммы, за которое они продали предприятие и пообещали ближайшие десять лет твердосплавными пластинками не заниматься. Не прошло и года, как оборудование и этого предприятия, причем новейшее, швейцарское, было распилено на металлолом.

Экономика времен шока

Впрочем, полному краху отечественной твердосплавной промышленности поспособствовали не только разрушительные действия шведов и демпинг китайцев. Главными были крах советских машино-, самолет- и автомобилестроения, а также кризис неплатежей 90-х из-за утраты оборотных средств предприятий.

Вот как приходилось порой работать именно в твердосплавной отрасли. Скажем, в Ижевске нужен твердосплавный инструмент, чтобы обрабатывать стволы охотничьих ружей. Инструмент нужен хороший, ведь от его качества зависит точность обработки канала ствола, и значит, точность полета пули. Однако у завода нет денег: вся выручка идет на погашение кредитов, на зарплату, на коммунальные нужды. Значит, нужно придумывать схему натурального обмена. Находится знакомец, как-то ранее связанный с металлургией, то есть понимающий, о чем речь, а сейчас имеющий деньги от поставок в РФ, скажем, пива и сыра. Его берут, как сказано в одном фильме, на национально-патриотическую гордость вроде: брат, выручи, купи инструмент, а мы уж как-нибудь отплатим.

▼ Кандидат технических наук В.Н. Аникин рассказывает о работах института



Если уговорить удастся, возникает такая цепочка. Денег все равно мало, значит, большую партию не заказать, а с малой даже полуживой комбинат возиться не станет. Остается опытное производство при ВНИИТСе, где также работают знакомые люди. Они берутся выполнить малый заказ, но единица инструмента выходит дороже, чем при большой партии на комбинате. Этот инструмент отправляется в Ижевск, а в Москву по взаимозачету поступают охотничьи ружья, которые идут на реализацию в магазин «Охотник». Магазин не спеша ружья продает и столь же не спеша возвращает деньги за проданный товар. Вся операция может затянуться на год, а за это время на пиве и сыре деньги бы сделали несколько оборотов. Такая упущенная выгода ложится на цену инструмента, ведь это же бизнес, а не филантропия. А цена инструмента повышает себестоимость изготовления ружей.

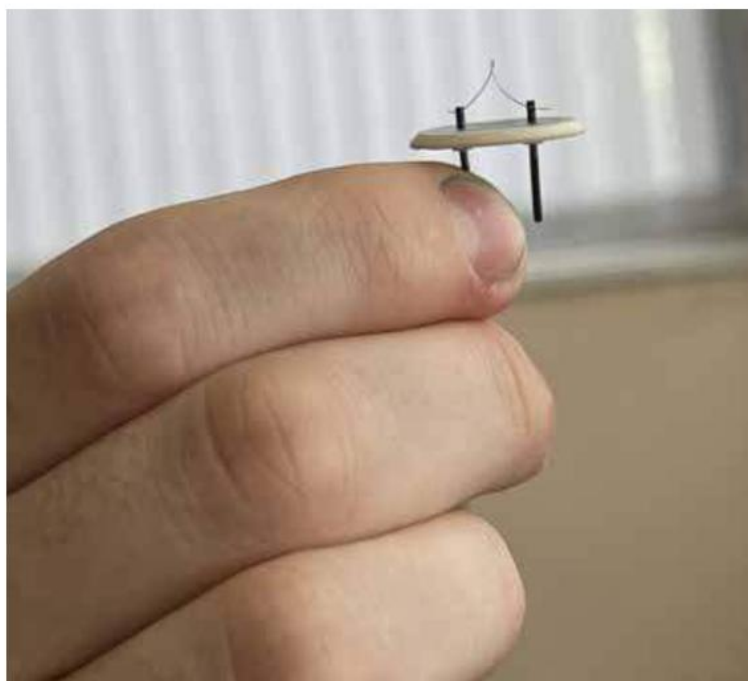
В 90-е годы было использовано множество подобных схем с неизбежным результатом: кратным ростом затрат на мало-мальски технологичную продукцию, причем без всякого злого умысла участников, в силу логики экономического процесса. Эта экономическая действительность неизбежно вела к сокращению объема отечественного производства инструмента и других изделий из твердых сплавов до минимума. Его обеспечивали потребители, которым некуда было деваться: в технических условиях выпускаемой ими продукции строго оговорены параметры комплектующих и способов их обработки, и мало кто готов брать на себя ответственность за самовольные изменения. Тем более что все наблюдали, к чему приводит, скажем, замена в космическом корабле регламентной спецмикросхемы на взятую с рынка.

Ну а в случае, если этим минимумом обойтись не удастся, можно же организовать поставку стандартно выпускаемых изделий, купив их у китайских коллег. Да и «Сандвик» не даром отправил главного конкурента на металлолом. В общем, до поры до времени совместными усилиями удавалось закрывать потребность машиностроительных предприятий, переживших переход к капитализму, в инструменте.

Где ставить клеть?

Как давно выяснил доктор биологических наук, иностранный член РАСХН В.И. Глазко (см. «Химию и жизнь», 2010, 5), во время разного рода кризисов в природе идет отбор на дурака: первыми вымирают высокоспециализированные популяции, а универсальные захватывают их территорию. Такой вывод он сделал, изучая потомство черномышских коров, а затем и других животных, попавших в условия стресса. Но, как видно, этот замечательный термин «отбор на дурака» вполне применим и к социуму.

В нем в роли самой высокоспециализированной популяции оказались сотрудники отраслевых институтов, задача которых была не добывать новые знания, а разрабатывать технологии и помогать предприятиям отрасли в решении технологических проблем. Такая специфика деятельности ведет к тому, что результатом работы от-



▲ Катод для микроскопа Jeol 80-х годов стал уже предметом интереса антикваров, купить его очень трудно. Однако умелые руки инженеров с помощью дешевого аппарата точечной сварки решили проблему

раслевого института оказываются не статьи в научных журналах, а технические условия, технологические карты и, в лучшем случае, патенты на разного рода технологические операции и рецептуры новых материалов. Эта специфика дважды ударила по ВНИИТСу.

Однако прежде нужно пояснить, что такое технология. Вот какую наглядную историю рассказал мне один аспирант, делавший диссертацию в лаборатории термомеханической обработки стали в МИСиС. Суть такой обработки в том, что сталь деформируют, затем выдерживают при некой температуре, охлаждают с контролируемой скоростью и снова деформируют. В результате можно получать большое разнообразие структур стали и выбирать из них ту, которая обладает требуемыми потребителем свойствами.

«Я выявил требуемые режимы, и далее нужно было сделать пробную партию стального листа. Прихожу в цех к прокатчику и говорю: — Мне вот надо лист прокатать, потом погреть, охладить и снова прокатать. Сделаешь? — Конечно, — отвечает он. — Где клеть* ставить будем? — Как где? Где положено, там и ставь. — Так это ты мне должен сказать, где ставить. Вот гляди. Тебе же надо прокатать-погреть-охладить-прокатать? Значит, у нас есть две клетки с валками, между ними печь и холодильник. Лист идет непрерывно с некоторой скоростью, печь он проходит за какое-то время. Тебе надо рассчитать длину печи и холодильника так, чтобы твои режимы были выполнены. Иди, считай.

Я погрузился в расчеты, насчитал, что длины цеха для выполнения этой операции не хватит, и пошел дальше

*Клеть — это две станины, на которые установлены прокатные валки

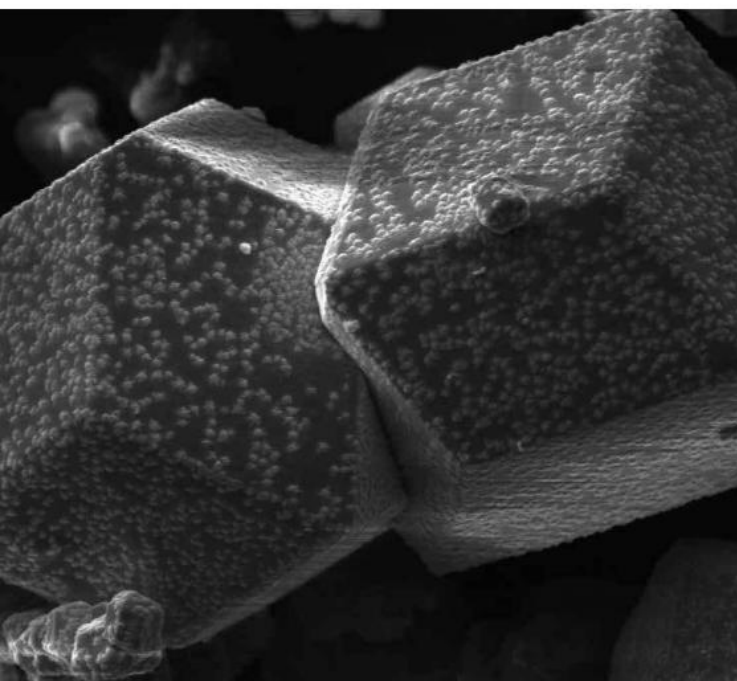


Фото: Сергей Ерёмин

совершенствовать свои режимы. Вот именно это — поиск ответа на вопрос, где ставить клеть, — и есть технология, а режим обработки — это некие привходящие обстоятельства».

Естественно, заводы, работающие по уже созданным техническим условиям, не очень-то нуждаются в услугах отраслевого института; у них все «клетки» давно стоят на своих местах. Да и новые технологии, новые материалы в кризис не очень нужны: старого бы потребителя удержать. А на дворе эпоха хозрасчета и ликвидации министерств, которые выделяли

◀ Так в микроскопе выглядят частицы карбида вольфрама. Мелкие звездочки на их поверхности — это оксиды

▼ Так выглядят мельницы, важное оборудование порошковой металлургии. В них насыпают порошок, кладут твердые шарики, служащие жерновами, плотно закрывают крышку и затем крутят на специальной установке. Шарики бьют по частицам порошка и измельчают их до требуемого размера



финансирование институтам. Нет министерств — нет финансирования.

Научные коллективы стали распадаться. Кто-то ушел в малые предприятия, которые в начале 90-х росли как грибы после дождя, кто-то занялся челночным бизнесом. Лаборатории института порой выглядели как склады новой и не очень новой одежды. Появились арендаторы, для которых надо было освобождать помещения; их освобождали не только от сотрудников, но и имеющейся там обстановки. Часть выбрасывали на свалку, часть, впрочем, сохранилась. Например, при освобождении библиотеки наряду с трудами классиков марксизма-ленинизма в макулатуре чуть не оказались отчеты, которые каждая лаборатория готовила по окончании той или иной научной работы.

Но как-то это пережить удалось, и пришло время грантовой поддержки науки. Однако оказалось, что эта поддержка науки фундаментальной, а не отраслевой, не технологической. Ведь для получения гранта нужно что? Правильно, высокий индекс цитирования. Для него нужно что? Статьи, желательно в иностранных научных журналах. Статью, скажем, о структуре стали при разных режимах обработки можно и опубликовать, да и еще по несколько раз в разных вариациях. А статью о том, как ставить клетки? Это совсем другой жанр — технические условия, ТУ и ГОСТы, не говоря уж о ноу-хау, они ни в какой индекс Хирша попасть не могут по определению.

Расчистка завалов

В общем, к 20-м годам XXI века то, что оказалось нежизнеспособным в условиях дикого капитализма, — умерло, а остальные осколки советской научно-технологической инфраструктуры как-то вписались в новую систему. И тут вдруг выяснилось, что безбедному существованию страны в режиме энергетической сверхдержавы пришел конец.

Вообще-то, если отвлечься от жутких социальных последствий кардинального преобразования страны, с превращением РФ в сверхдержаву такого типа задумано было неплохо; напомним, что первым официально об этой идее рассказал А.Б. Чубайс, уже будучи руководителем РАО «ЕЭС России». Ведь в соответствии с марксистской теорией, именно разделение труда на капиталистической фабрике позволило изготавливать продукцию быстрее и дешевле, чем у ремесленника. Соответственно, и международное разделение труда обеспечивает быстрое развитие производства и экономики при капитализме. Поэтому если одна страна станет на весь мир добывать нефть и газ, выращивать зерно, а другие будут ей поставлять инструменты и машины, чтобы это все делать, ну и прочую продукцию высоких переделов, то хорошо будет всем.

В общем, пользуясь метафорой Пушкина, был выбран путь первой девицы «и на весь крещеный мир приготовила б я пир». А вот «и на весь бы мир одна наткала я полотна», оказалось не про нас: это место к 90-м годам

уже прочно заняли азиатские тигры. Однако вскоре выяснилось, что и с первым выбором не все так безоблачно: если строптивая девица вдруг начинает проявлять своеволие, то следует политика санкций. Которая приводит к тому, что из твоей технологической телеги вынимают колесо и тебе только и останется, что превращать ее в сани-волокуши. Либо вспоминать третью девицу с ее «я б для батюшки-царя родила богатыря».

Как бы то ни было, в апреле 2022 года компания «Сандвик», а она последние годы специализировалась на поставках и обслуживании горнорудного оборудования, окончательно ушла с рынка РФ. И теперь буровики интенсивно консультируются с оставшимися специалистами ВНИИТС по поводу того, как и чем им теперь бурить скважины. Предприятия Ростеха также озаботились восстановлением отечественного производства твердосплавных пластинок для собственных нужд. А весной 2023 года неожиданно для всех было начато финансирование работ по восстановлению Тырныаузского вольфрамо-молибденового комбината.

В институте появились молодые энтузиасты, которые сумели в прямом смысле расчистить авгиевы конюшни. Под горами хлама, завалившими бывшую металловедческую лабораторию, были найдены подлинные сокровища — работоспособное оборудование. Это, например, просвечивающий электронный микроскоп Tesla, на таких микроскопах в 70-х по всей стране делалась большая часть материаловедческих работ. Нашли и предмет доброй зависти многих советских материаловедов конца 80-х — электронный микроскоп Jeol с комплектом микроанализаторов, позволяющих измерять элементный состав образца в точке диаметром в нанометры. Нашли и точные резакки, чтобы делать образцы для микроскопического исследования, и плазменную установку для травления этих образцов.

Вот чего не нашли, так это исправных катодов к микроскопу Jeol да фотопленки, на которой в нем фиксировалось изображение, не говоря уж о фотопластинках для Теслы. Пришлось наладить собственное производство катодов и сделать интерфейс для вывода результатов исследования на компьютер. В общем, воплотился известный фантастический сюжет: колонисты в N-м поколении находят космический корабль, который привез их далеких предков на эту планету, и пытаются сначала понять, а потом реанимировать находящееся на его борту оборудование высокоразвитой цивилизации.

Новый материал

Хоть оборудование и не ново, оказалось, что на нем можно успешно вести вполне современные исследования по разработке новых материалов и технологий. Вот один пример технологии, недавно защищенной патентом.

Твердый сплав делают из частиц кобальта и карбида вольфрама. А что будет, если на вольфрамовых частицах вырастить покрытие из нескольких слоев графена? Коллеги отговаривали, мол, при нагреве структура укрупняется и графен станет мягким графитом. Однако

заведующий лабораторией С.А. Ерёмин, который делал диссертацию как раз по выращиванию пленок из различных углеродных структур, от алмаза до графена, решил рискнуть. Риск оправдался. Оказалось, что при оптимальной толщине графенового слоя структура не укрупняется и так происходит потому, что спекание идет за минуты вместо обычных часов.

Как так вышло? Оказалось, что графен резко снижает поверхностное натяжение жидкого кобальта и тот мгновенно растекается по поверхности вольфрамовых частиц, соединяя их при последующем охлаждении в монолит. Это сокращение времени выдержки при высокой температуре имеет огромное значение. Ведь чем дольше выдержка, тем крупнее становятся частицы карбида вольфрама, растущие за счет друг друга. А чем они крупнее, тем быстрее изнашивается инструмент.

Испытания показали, что если резец из обычного сплава теряет остроту за 14 минут обработки титанового образца, то добавка графена делает его почти вечным: за 20 минут работы износа замечено не было. В принципе, такой инструмент оказывается не хуже дорогого, с добавками рения. Это новейший материал, ни у кого такого еще нет.

Другой пример реализации нестандартного решения претендует на революцию в практике порошковой металлургии. Главная проблема этого производства — пресс-форма. Ее делают из прочного металла, и стоит она дорого; поэтому рентабельным оказывается массовое производство, когда цена пресс-формы раскладывается на много изделий. А как было сказано выше, потребитель хочет сэкономить и заказывает малые партии твердосплавных пластинок. Но что, если напечатать пресс-форму из полимерного композита? Ведь есть же композитные сосуды, выдерживающие колоссальное давление газа?

Сказано — сделано! В лаборатории собрали 3d-принтер и на нем распечатали пресс-форму для проведения опытов. Они показали — такой подход работает. Конечно, пластиковую пресс-форму не поставишь в печь, но для компактирования порошков она вполне подходит. Так можно убрать главное препятствие, которое стоит перед мелкосерийным производством изделий из твердых сплавов.

ТехноИИ?

По мере того как технологическая наука как будто оказывается востребована, специалистам стало ясно, что имеется одно очень узкое место, мешающее возможному развитию: кадры, уровень образования которых достаточен, чтобы создавать и использовать технологии. Если оборудование можно быстро сделать или попросту купить, то с кадрами проблема гораздо более фундаментальная. Из-за растянутого на три десятка лет кризиса отраслевая наука во всех областях знания, не только в твердых сплавах, потеряла огромный кадровый потенциал и, более того, возник разрыв поколений, когда смена уходящим в силу возраста специалистам не была выращена.

Сейчас на место старых технологов советской школы приходят молодые специалисты, образование которых строилось по завету А.А. Фурсенко, министра образования и науки РФ начала 2000-х, а ныне советника президента РФ: задача образования выращивать не творцов, а грамотных потребителей. Порой такой переход к специалистам новой формации ускоряют — выставляют сотрудников на пенсию сразу по достижении пенсионного возраста независимо от должности. Обновлению кадров это помогает, а вот качество продукции страдает, потому что новые специалисты отнюдь не всегда могут уложиться в требования советских технических условий. Да и опытные наставники им нужны. Иногда бывшим технологам цехов разрешают пару месяцев в году поработать на какой-нибудь низкооплачиваемой должности вроде уборщиц, но проблемы это решить не может.

А что может? Поскольку на дворе XXI век, возникает естественное решение: обобщить имеющийся практический опыт в форме искусственного интеллекта, техноИИ, который будет давать ответы на многие вопросы, связанные с технологиями, и таким образом в какой-то степени заменит ушедших специалистов с их бесценным опытом. При этом небольшая группа сотрудников института может быстро обучить специалистов на месте работе с техноИИ, а потом эта нейросеть станет играть роль высококвалифицированного технолога, способного помочь найти причину брака и способы его устранения. Надзор техноИИ над производственным процессом, несомненно, заставит и соблюдать технологическую дисциплину, и ускорит производство, а также повысит качество продукции.

Другая функция — обучение студентов или специалистов на курсах повышения квалификации, которые с помощью техноИИ будут, не отрываясь от компьютера, проводить собственные исследования, делать какие-то технологические операции и, глядя на полученные результаты, учиться понимать свои ошибки, находить взаимосвязи между составом сырья, режимами обработки, получаемыми структурами и их свойствами. Словом, учиться решать основную задачу материаловедения, прежде чем проверять свои идеи, оперируя с реальными печками, тиглями и тому подобным.

Какова же база для обучения такого ИИ? Конечно же это бесценные отчеты института, волею случая, точнее, благодаря острому глазу В.Н. Антипина, спасенные от сдачи в макулатуру. За шесть с лишним десятков лет своего существования, ВНИИТС накопил колоссальную информацию по самым разным режимам обработки твердых материалов, получаемым при этом свойствам и структурам. Свести все эти знания воедино, оцифровать, обучить нейросети, которые будут разбираться в проблемах твердых сплавов, сверхтвердых и тугоплавких материалов, — чрезвычайно важная, но посильная задача.

Не исключено, что ее решение поможет сделать менее острой проблему кадров. И тогда будущим специалистам уже не придется ставить опыты, извлекая из них давно полученные данные и изобретать колеса для превращения своих саней-волокуш в телеги.



Памятник мухе

Вы даже не представляете, как много памятников самым разным животным установлено в мире. Больше всего, конечно, собакам и кошкам. Что и понятно — они ближе всего к нам и вообще уже давно стали членами семьи. А вернее и преданнее друга, чем собака, трудно найти.

Список животных, кому поставлены памятники, велик. Кого только в нем нет! Орел и волк, коза и обезьяна, лошадь и черепаха, свинья и жираф, акула и слон, крокодил и мамонт, долгоносик и чайка, гусь и пчела, курица и зубр, дельфин и голубь, бык и ласточка, кит и медведь, жаба и скарабей... Это не весь перечень.

Часто памятники животным связаны с историческими событиями, культурой и традициями того или иного региона, его климатическими и географическими особенностями. Например — огромный, высотой пять метров, памятник сытому бобру, установленный в Бобруйске. Собственно, в честь бобра этот город и назван.

Или, скажем, городская скульптура навьюченного мешками верблюда с мальчиком-погонщиком в Челябинске. Это напоминание о том, что когда-то здесь, на Урале, проходил Великий шелковый путь и верблюды были обычным делом.

Или памятник чижику-пыжику размером с ладонь. Он установлен в Санкт-Петербурге на набережной Фонтанки рядом с Михайловским дворцом. Здесь в XIX веке располагалось Императорское училище правоведения. Студентов училища быстро окрестили чижиками-пыжиками, потому что они носили зимой пыжиковые шапки, нередко напивались в трактирах и гуляли по набережной, горланя песню «Чижик-пыжик, где ты был? На Фонтанке водку пил». В память об этом в Питере почти 30 лет назад установили памятник птичке, которая быстро стала одним из символов Санкт-Петербурга. Бронзовую птичку, кстати, воровали семь раз.

Из всех памятников животным, что я видела, мне больше всего понравились два. Во-первых, это памятник чайке в Лондоне. Он отсылает нас к истории времен Второй мировой войны, когда немецкие подводные лодки досаждали Великобритании. Они подходили к берегам острова незаметно, потому что невозможно было увидеть их под водой.

И тогда на помощь английским военным пришла наука в лице орнитологов. Они предложили прикармливать чаек. Выглядело это так. В пролив Ла-Манш выходили британские подлодки, поднимались поближе к поверхности воды и выбрасывали через специальные люки корм для чаек.

Долго тренировать чаек не пришлось. Птицы быстро усвоили, где им накрывают обед, и стали высматривать на глубине в проливе подводные лодки и кружиться над ними. Кстати, чайки отлично видят на глубину более 40 метров под водой.

Разумеется, они не делали различия между британскими и немецкими подводными лодками. Но

когда британские подлодки ушли из пролива и остались только немецкие, стаи чаек стали кружить над ними в ожидании еды. Так они безошибочно помечали место, где на глубине находилась вражеская подлодка.

Потери германских субмарин выросли в несколько раз. Но немцы так и не догадались, каким образом англичане засекали их лодки под водой. Красивая история. И памятник эффектный.

Автором мой любимый памятник — это просто невероятный шедевр. Это памятник аборигену тайги, комару, который установлен в городе Ноябрьске. Его возвели в 2006 году. Гениальный местный скульптор Валерий Чалый сделал комара из вышедших из строя металлических деталей, которые в изобилии имеются на компрессорной станции, что неподалеку. В сущности — из металлолома.

Комар гигантский, но все пропорции в теле соблюдены, так что хоть уроки биологии рядом проводи и изучай анатомию насекомого. Не говоря уже о том, что он поразительно красив! Хотя, казалось бы, что может быть красивого в комарах?

Есть серия памятников, посвященных лабораторным, экспериментальным животным. Действительно, если бы не обезьяны, собаки, крысы и мыши, которые чаще всего ложатся на алтарь науки, прогресс генетики и медицины сильно бы замедлился. И конечно, низкий поклон этим жертвам науки.

Во дворе Всесоюзного института экспериментальной медицины в Санкт-Петербурге на постаменте сидит доберман-пинчер. Люди знают этот монумент как «памятник собаке Павлова». Однако на самом деле его официальное название — «Памятник научным экспериментам».

Впрочем, в научных лабораториях гораздо чаще можно встретить мышей в клетках, нежели собак. И вот, наконец, 10 лет назад в Академгородке в Новосибирске поставили памятник лабораторной мыши в сквере около Института цитологии и

генетики Сибирского отделения РАН. Мышь в очках сидит на постаменте и вяжет спицами спираль ДНК.

Однако самое массовое лабораторное животное, на котором поставлены миллионы экспериментов, это плодовая мушка дрозофила — та самая, что роится над перезревшими фруктами. Вот уж кого надо благодарить. Вся генетика выросла и стоит на этой крохе длиной не более 3 миллиметров. Есть ли ей памятник? Есть.

Памятник мухе в виде горельефа ее головы установлен в кампусе Университета штата Орегон в США. Он появился в 1988 году. Представьте, что из кирпичной стены вылезла голова мухи дрозофилы, увеличенная в тысячу раз. Сразу и не поймешь, что это такое, выглядит страшным монстром.

Крошечная дрозофила — идеальный объект для экспериментов. Много места не занимает, живет в себе в пробирках с едой на дне и заткнутых ватой. Тут же и размножается, причем непрерывно.

Мухи вылупляются из куколок на заре, когда выпадает роса. Отсюда и возникло греческое название насекомого — любящая росу (дрозо — роса, влага, фил — люблю). В общем — росянка по-русски.

В результате одного спаривания дрозофила откладывает до 300 яиц. За год сменяется 25 поколений мух, а через два года после начала работы с дрозофилой генетик наблюдает, как наследуется тот или иной признак. Это сравнимо с передачей его у людей со времен Римской империи.

Мушка не только страшно плодовита и неприхотлива, она еще дает яркий ответ на мутации, красочный и хорошо заметный. Например, цвет ее глаз в результате мутаций может быть красный, ярко-красный, белый, бурый и абрикосовый.

Каждый студент-генетик погубил не одну тысячу мух, что уж говорить об ученых, которые работают с дрозофилой всю жизнь! Оправданны ли такие жертвы? О да! Список достижений и открытий в генетике, нейро-

биологии и медицине, которыми мы обязаны мушке, огромен.

Благодаря дрозофиле ученые детально разработали хромосомную теорию наследственности, создали методы, позволяющие определять порядок последовательности генов в хромосомах. На дрозофиле изучают действие радиации и других факторов, вызывающих мутации. На дрозофиле удобно проводить популяционные исследования, благо вся популяция умещается в небольшом ящике. На этой мушке изучают даже генетику поведения. И подавляющее большинство генетических закономерностей, присущих дрозофиле, справедливо и для слона, и для человека.

Благодаря генетикам, дрозофила стала привычным лабораторным животным у эмбриологов, физиологов, нейробиологов. Ее полюбили и нейрохирурги. Оказывается, нервные клетки дрозофилы, если их пересадить вместе с нейронами человека в человеческий мозг, облегчают приживание трансплантата. Донорская ткань не отторгается, и тканевой рубец при пересадке не образуется. Этими работами успешно занимался наш выдающийся генетик, член-корреспондент РАН Леонид Иванович Корочкин. А болезней, при которых необходима пересадка нейронов, много — один инсульт чего стоит.

Работать с дрозофилой учат каждого студента-биолога. Тот, кто понимает, как работает организм маленькой мухи, как устроен ее мозг размером с маковое зернышко, многое узнает и о людях. Не раз ученые думали, что дрозофила как объект исследования себя исчерпала. Но она продолжает удивлять и преподносить сюрпризы.

Пока наша признательность этой крошке выражена только скромным горельефом в Университете в штата Орегон и благодарственной статьей Н. Резник «Любящая росу» (Химия и жизнь, 2002, 6).. Наверное, пора Академии наук подумать о памятнике этой выдающейся жертве науки, которой мы все обязаны. И

повод есть — в следующем году РАН исполняется 300 лет. Самое время устанавливать памятники.



Как города борются с жарой

Летняя жара — это испытание. Особенно для тех, кто живет в городах. Эти каменные джунгли раскаляются так, что температура городского воздуха становится на несколько градусов выше, чем в городских окрестностях. Все работающее и движущееся, а это транспорт, кондиционеры, компьютеры, отдают тепло во внешнюю среду. Да и люди не исключение. В среднем человек выделяет столько же тепла, сколько стоваттная лампочка накаливания.

Бетонные здания, крыши, дороги, автостоянки — все впитывает горячее излучение солнца в течение дня. А ночью камни отдают тепло, поэтому ночная прохлада не приходит. Чем больше улиц и зданий в городе, тем сильнее этот эффект. Поэтому центр города ночью остывает хуже, чем периферия и окрестности. Разница между центром мегаполиса и окраинами может достигать даже 15 градусов.

Здесь дело ведь не только в комфорте. От жары умирают люди. Можно ли бороться с этой жарой? Наука уверенно отвечает на этот вопрос — да. Давайте посмотрим, как это можно сделать на нескольких примерах из жарких стран.

Возьмем Испанию. Кто бывал в Мадриде летом, знает, как там жарко. В Мадриде есть гигантский оптовый рынок площадью больше двух квадратных километров. Здесь продают фрукты, овощи и, конечно, свежую рыбу. Это один из крупнейших рыбных рынков в мире. И понятно, что этот деликатный товар жару не потерпит.

До 2018 года у рынка были проблемы. В особо жаркие дни смолистые крыши, видимо залитые гудроном, разогревались и превращались в радиатор — отдавали тепло вниз, в помещение рынка. Здесь температура летом поднималась до сорока градусов. Да еще толпы людей. Охлаждать такие огромные помещения кондиционерами нереально — можно разориться на одних только платежах за электричество.

Пять лет назад проблему решили. Причем очень просто. Сначала крышу покрыли серой водостойкой грунтовкой. Затем сверху нанесли глянцево-белый слой белого лака. С тех пор он отражает солнечный свет обратно в атмосферу, а не поглощает его.

И вот результат, ради которого все и затевалось. Крыша стала нагреваться вдвое-втрое меньше, и температура в зале рынка снизилась на несколько градусов. Причем без всяких кондиционеров и дополнительного энергопотребления.

А вот другой пример сражения с жарой. Теперь из Лос-Анджелеса. Здесь окрашивают улицы в более светлый цвет, чтобы они отражали больше солнечного света.

На первый взгляд эта светлосерая краска работает хорошо. Обработанное дорожное покрытие на целых шесть градусов по Цельсию холоднее, чем было до покраски. Но если присмотреться совсем уж

внимательно, то решение не кажется таким уж хорошим.

Да, дорожное покрытие остывает, но вот отраженный ультрафиолет может повысить температуру в слое воздуха над асфальтом. Вы это хорошо почувствуете, если в жару проедетесь на велосипеде по такому покрытию. Так что светоотражающие дорожные покрытия не панацея. Одно дело — крыша, другое дело — дорога.

На самом деле, лучшая система охлаждения — это деревья. И дело не только и не столько в том, что крона деревьев дает тень. А дело в том, что через листья испаряется вода, забирая тепло из окружающего воздуха. Мы ведь знаем, что процесс испарения воды идет с поглощением тепла. Поэтому под деревом прохладнее, чем, скажем, под тентом такого же размера.

Понятно, что лучше всего охлаждают лиственные деревья, потому что площадь поверхности их листьев больше, чем иголок, поэтому они испаряют больше воды. Так что правильно поступают городские власти, которые озеленяют свои города липами, тополями и кленами.

Правда, тут есть еще один важный фактор — почва под деревьями, которую надо постоянно поливать. Влажная почва удерживает тепло дольше, чем асфальт, и часть его отводит вниз, в толщу грунта.

В результате под большим лиственным деревом в особенно жаркие дни может быть на несколько градусов прохладнее, чем вокруг. Но без большого количества впитывающей почвы под деревьями этот фокус не пройдет.

Модные нынче деревья в больших горшках тоже дают очень маленький охлаждающий эффект. Так что наука не рекомендует озеленять города деревьями в горшках. Лучше инвестировать в городские парки с лужайками, увлажняющими почву.

Но и деревья не решают проблему полностью. Возьмем, к примеру, Сингапур. Тенистых деревьев там предостаточно. И вообще, это один из

самых зеленых городов-государств. Правда, температура здесь более умеренная, чем в Испании, но зато очень высокая влажность. А 30-градусную жару с высокой влажностью переносить трудно. Тело плохо охлаждается, поскольку испарение пота с кожи затруднено.

Вот почему подавляющее большинство зданий в Сингапуре используют кондиционеры, которые съедают пятую часть всей энергии, потребляемой в этом государстве. Отчасти поэтому Сингапур запустил проект «Охлаждение Сингапура», над которым работают Швейцарская высшая техническая школа и Кембриджский университет. Одно из решений, которое они разрабатывают, — это централизованное охлаждение.

В самом деле, если есть централизованное отопление, то почему бы не быть централизованному охлаждению?! Такая сеть уже много лет действует в крупном отеле Marina Bay Sands. Здесь нет кондиционеров. Во все здание из подземного резервуара по трубам подается холодная вода температурой 6°C. Она поступает в системы напольного и потолочного охлаждения 2500 номеров в трех 55-этажных стеклянных башнях.

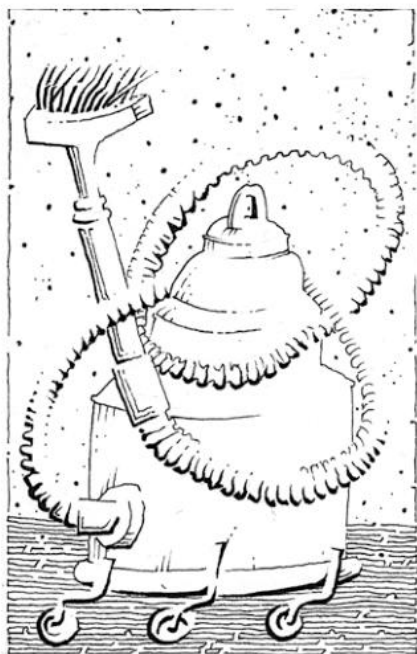
Курсируя по зданию, вода в трубах нагревается до 12°C и перекачивается обратно в подземные чиллеры, проходит через систему охлаждения, охлаждается до 6° и снова отправляется в путешествие по зданиям отеля. Все оборудование размещено под землей, поэтому оно не разогревает воздух на поверхности.

Конечно, каждый город требует индивидуальных решений, связанных с климатом, архитектурой, населенностью. У Москвы, к примеру, свои проблемы. Мало того что этот город постоянно растет вширь, как раковая опухоль, а так быть не должно, город не может жить без границ. Так еще и архитектурный профиль неправильный.

Центр застроен относительно низкими домами, а окраины — высочен-

ными человеичниками, которые громоздятся один на другом. А должно быть как раз ровно наоборот. Этажность должна снижаться от центров городов к их окраинам. В результате Москва стала похожа на каменный мешок, который не может хорошо проветриваться и охлаждаться из-за частокла высотных домов, охватывающих Москву плотным кольцом.

Так что климат климатом, потепление потеплением, а есть еще и человеческий фактор — невежество и жадность застройщиков, которые готовы пойти на все ради прибыли. И на город с его жителями, гостями и туристами им совершенно наплевать.



Двадцать пять кг кожной пыли

Что больше всего раздражает хозяек в своей квартире или доме? Пыль, конечно. Она вездесуща, ей невозможно положить конец. Ее бессмысленность и навязчивость бесит. Мы же не птицы и не суслики, которые принимают пылевые ванны в качестве гигиенических процедур или ритуалов.

Как бы мы ни старались убираться и пылесосить, пыль появляется вновь и вновь. В трехкомнатной квартире за год образуется до 50 кг пыли. Неудивительно, что одним из первых изобретенных бытовых приборов был пылесос. В 1860 году американец Дэниел Хесс придумал подметатель ковров. В сущности, это была вращающаяся щетка, встроенная в систему мехов, всасывающих воздух.

А первый электрический пылесос проявился в 1901 году благодаря английскому инженеру Хьюберту Сесилу Буту. Он был огромный, поэтому его перевозили лошади на телеге. Агрегат называли «Фырчащий Билли».

Понятно, что таким огромным агрегатом владела специальная компания British Vacuum Cleaner Company, которую создал сам Хьюберт Сесил Бут. Сотрудники компании выезжали по заказу, ставили пылесос возле дома, 30-метровые шланги протягивали в помещение через двери и окна и чистили ковры.

Это событие было настолько необычным, что светские дамы в Англии приглашали своих друзей на вакуумные вечеринки! Дамы пили чай и наблюдали, как работает «Фырчащий Билли». Пылесос Бута чистил и королевские ковры, и театральные кресла, потому что и королева Виктория, и все театры были его клиентами.

Так что войну пыли объявили давно, ведь пыль небезопасна. Она содержит не только минеральные частицы, текстильные и бумажные волокна, цветочную пыльцу, сажу, частицы плесени и тому подобное. Заметную часть пыли, некоторые источники утверждают, что пятую часть, составляют чешуйки человеческой кожи.

Вообще, кожа — это самый большой и тяжелый орган нашего тела. Она занимает площадь около двух квадратных метров и весит от пяти до семи килограммов. У кожи очень много работы. Она не позволяет бактериям проникать внутрь нашего тела, регулирует температуру организма с помощью кровеносных

сосудов и потовых желез. И конечно, содержит множество сенсорных клеток, которые обеспечивают работу такого органа чувств, как осязание.

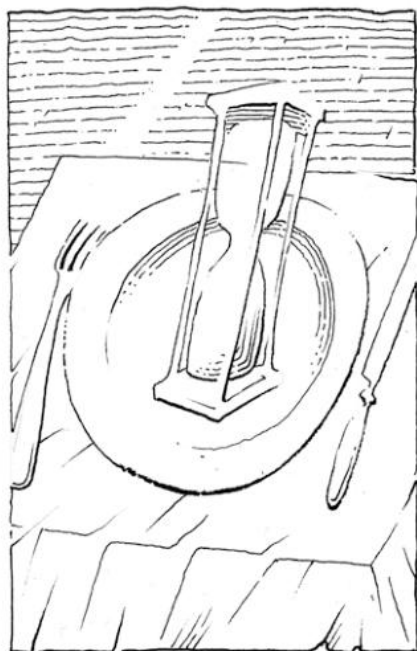
Как видите, задачи чрезвычайно важные, поэтому природа позаботилась о том, чтобы поддерживать кожу в оптимальном состоянии. Один из механизмов — постоянное обновление клеток на поверхности кожи. А как это сделать? Отработавшие клетки должны отшелушиваться и уступать место новым бойцам.

Фактически каждую минуту взрослый человек теряет около 50 000 чешуек кожи. Так что наша верхняя кожа полностью обновляется примерно раз в месяц. Хотя сами по себе крошечные чешуйки кожи почти ничего не весят, со временем их общая масса становится довольно значительной. Скажем, 70-летний человек за свою жизнь теряет и восстанавливает 25 килограммов кожи.

Чем опасна пыль? На чешуйках кожи поселяются микроскопические клещи. Они и продукты их жизнедеятельности — сильные аллергены. Обитают там и микроорганизмы, и даже вирусы. Среди клиентов компании Хьюберта Сесила Бута было британское адмиралтейство. Оно попросило Бута очистить от пыли барак британских моряков. Пылесос выгреб из казарм огромное количество пыли, и в результате эпидемии разных инфекций, которые замучили моряков, прекратились.

Облако кожной пыли всегда окружает каждого человека. Вот почему работники заводов по производству микросхем носят защитные костюмы и работают в так называемых чистых комнатах, где вентиляция и защитные костюмы обеспечивают полное отсутствие частиц пыли в воздухе. Одна пылинка, попавшая на микрочип, может его безвозвратно испортить.

Понятно, что в быту у нас нет никаких шансов избавиться от пыли навсегда. Поэтому пылесос и влажная уборка — это то, чем мы должны пользоваться постоянно. Если хотим быть здоровыми, конечно.



Какая разница, когда завтракать?

Как вы думаете, имеет ли значение время, когда мы завтракаем, — в восемь или в десять утра? Какая, в сущности, разница? Когда встал — тогда и поел. Но, как выясняется, это ошибочная точка зрения. Оказывается, мы можем снизить риск развития диабета, не только если подкорректируем то, что едим, но и когда мы это едим.

Наука давно установила, что время приема пищи играет ключевую роль в регулировании циркадных ритмов, то есть суточных биоритмов, и контроле уровня глюкозы и липидов. А влияет ли оно на развитие диабета второго типа? Этим вопросом задались испанские и французские исследователи. Они предположили, что — да, и время приема пищи, и частота приема пищи влияют на развитие диабета второго типа. И решили проверить свою гипотезу в эксперименте.

В этом исследовании приняли участие больше ста тысяч взрослых людей, причем 79% из них были женщины, что и понятно. Все они вели онлайн-дневник о питании, в котором указывали, что они ели и пили в течение трех дней подряд, как часто ели, а

также указывали время приема пищи. Редкий мужчина согласился бы на такую работу.

Исследование продолжалось больше семи лет. Сначала ученые изучили и описали данные о том, что, когда и как часто ели участники эксперимента. А потом в течение семи лет ученые наблюдали за здоровьем участников и сопоставляли его с данными о питании.

И что же показал эксперимент? Во-первых, во время семилетнего наблюдения 963 участника заболели диабетом второго типа. А во-вторых, выяснилось, что заболевшие регулярно завтракали после девяти утра. В этой группе риск развития диабета второго типа был значительно выше, а именно — выше на 59% по сравнению с теми, кто завтракал до восьми утра. И это не просто совпадение. С биологической точки зрения это, несомненно, имеет смысл, поскольку известно, что пропуск завтрака влияет на контроль уровня глюкозы и липидов, а также на уровень инсулина.

Еще один вывод, который сделала исследовательская группа, — такой. Судя по всему, поздний ужин (после десяти часов вечера) увеличивает риск развития диабета второго типа. А вот более частое употребление пищи (примерно пять раз в день) снижает частоту заболеваний.

Итак, подведем итог. Чтобы свести к минимуму риск подхватить диабет второго типа, завтракать надо до восьми утра, а ужинать — до семи вечера.

Давно известно, что нездоровое питание, отсутствие физической активности и курение — это факторы риска для развития диабета второго типа. Теперь ученые открыли новый фактор — время, в которое мы едим.

В общем — логично. Человеческое тело по-разному использует калории, поступающие в разное время дня, потому что в разное время суток вырабатываются разные гормоны, которые по-разному распределяют питательные вещества.

Утром, к примеру, вырабатывается больше всего кортизола. Этот гормон отвечает, в том числе, и за регуляцию пищеварительного цикла. Вместе с

другими веществами он обеспечивает доставку питания ко всем органам тела: глюкозу для мозга, белок для мышц, жир для клеточных оболочек и т. д.

То есть по утрам, во время кортизолового пика, организм вырабатывает те ферменты, которые необходимы для расщепления жиров. Значит, завтракать нужно жирной пищей. Это лишь одна иллюстрация в пользу раннего завтрака. Точно так же можно рассмотреть работу и других гормонов и ферментов и сопоставить с графиком приема пищи. Но это — теоретические рассуждения. А теперь у нас есть экспериментальное доказательство, что эти рассуждения работают.



Жара подстегивает ядовитых змей

Какие только неприятности не приносит человечеству глобальное потепление. И засухи, и наводнения, и ураганы, и тайфуны, и рост уровня воды Мирового океана. К этому перечню злодеяний ученые добавили еще одно. Оказывается, повышение дневной температуры на один градус увеличивает число укусов ядовитыми змеями на 6%, о чем сообщает журнал

GeoHealth. Правда, это касается пока только штата Джорджия в США.

Змеи — хладнокровные животные, поэтому они, как правило, более активны в теплую погоду. А температура во всем мире повышается. Поэтому неудивительно, что укушенных змеями становится все больше. По данным ВОЗ, во всем мире змеи ежегодно кусают примерно 5 миллионов человек, из них умирают 138 тысяч.

Вообще, штат Джорджия в США — это своего рода змеиный очаг. Здесь обитает 17 видов ядовитых змей, семь из которых опасны всерьез. Среди них восточная алмазная гремучая змея с репутацией самой опасной ядовитой змеи в Северной Америке. Эту крупную змею размером два с половиной метра и с клыками длиной 2,5 сантиметра лучше не тревожить.

Как же ученые выяснили сей интересный факт? Они просто проанализировали данные больниц штата за период с 2014 по 2020 год. За это время к врачам обратились 3908 человек, укушенных ядовитыми змеями. Исследователи сравнили количество госпитализаций с ежедневными данными о погоде (минимальная и максимальная температура воздуха, осадки и влажность) и укусами змей.

Тут-то и выяснилось, что случаи укусов ядовитых змей были связаны с повышением максимальной дневной температуры воздуха. А вот изменение влажности никак на укусы не влияло.

Чтобы делать уверенные выводы, надо продолжить исследования — и разных видов змей, и в разных штатах, чтобы получить общенациональную картину риска. Да и в других точках мира интересно было бы за этим понаблюдать. Возможно, это явление охватывает всех ядовитых змей на Земле, независимо от места их обитания.

Что можно противопоставить этому растущему риску быть укушенным змеей в эпоху глобального потепления? Исследователи уверены, что здесь есть только одно средство — просвещение. Надо рассказывать всем, где обитают змеи, чтобы люди обходили эти места стороной и не тревожили пресмыкающихся.



Гренландия может растаять

Жизнь всегда концентрируется и кипит на границах раздела фаз, скажем — суши и моря. Ведь здесь можно черпать разные ресурсы с обеих сторон. Вот почему береговые линии плотно застроены — городами и городками. Хотя Нью-Йорк со своими небоскребами, стоящими в двух шагах от большой воды, произвел на меня тяжелое впечатление. А если цунами? А если вода в Мировом океане повысится на метр-другой?

И то, и другое вполне возможно. Возьмем, к примеру Гренландию — остров, на 84% покрытый сплошным льдом. Толщина ее ледяного панциря составляет в среднем полтора километра, но местами достигает трех и более. Объем ледника — почти 3 миллиона кубических километров. Если такая махина растает, то вода в Мировом океане поднимется, как утверждают источники, на 7 метров. В общем — на несколько метров точно.

Нос чего бы Гренландия таяла, спросите вы? Эти льды лежали миллионы лет и никуда не денутся. Увы, рассуждение ошибочно. Оказывается, около 400 000 лет назад толстый ледяной покров Гренландии исчез примерно на 16 000 лет. Это выяснила группа

ученых из Университета Вермонта в Берлингтоне.

Они тщательно исследовали керн из льда и отложений, который добыли в 1966 году на военной базе армии США «Кэмп Сенчури». Тогда военные исследователи пробурили почти милю льда на северо-западе острова и увидели в вытасненном керне веточки, листики, мох и прочие свидетельства того, что когда-то в Гренландии колосилась зеленая жизнь.

Ученые использовали люминесцентные технологии, чтобы датировать материал. Они позволяют определить, как долго те или иные отложения находились на свету или в темноте, то есть под толщей льда. Кроме того, определенное соотношение изотопов бериллия и алюминия указывает на то, как долго материал подвергался воздействию космических лучей.

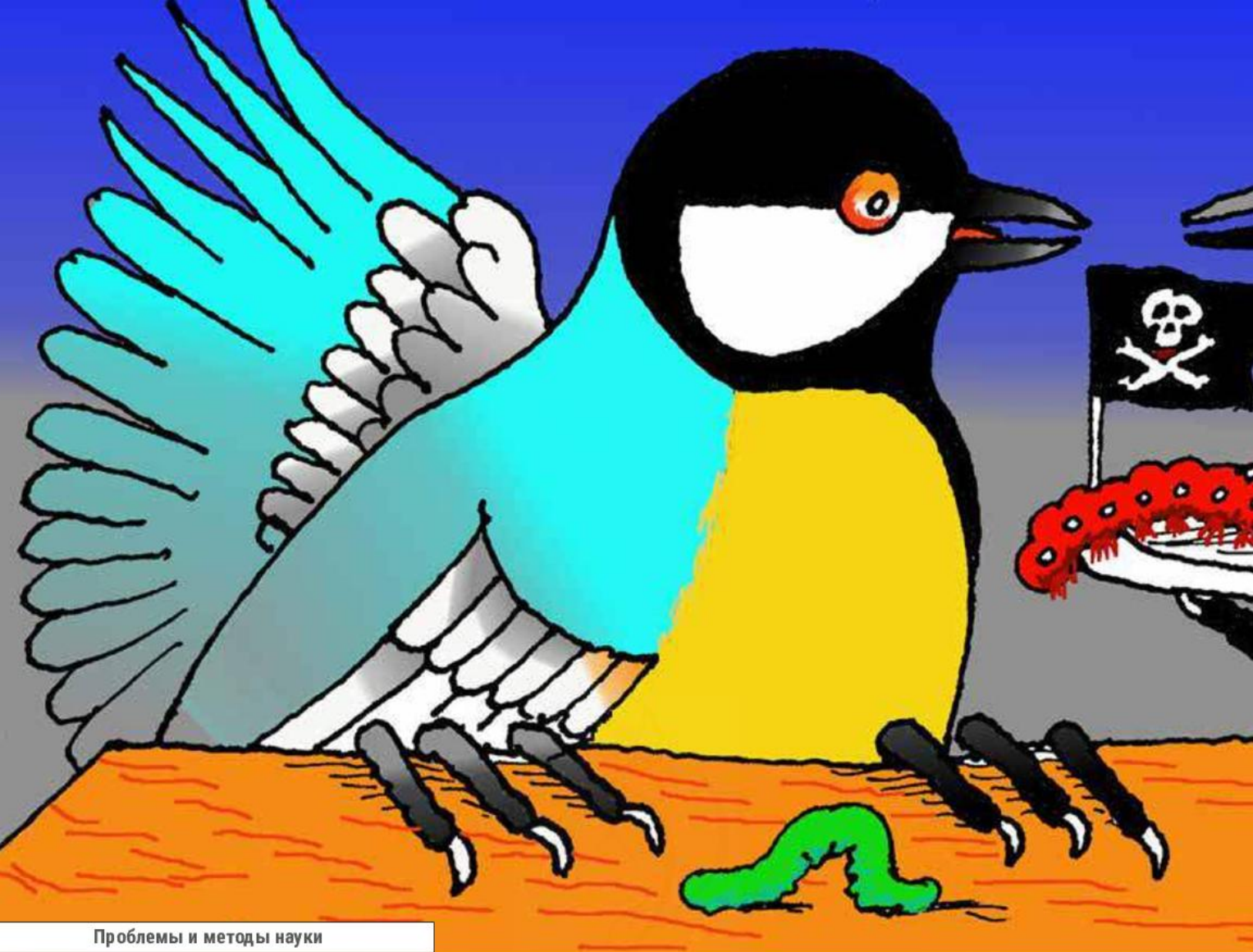
Так удалось выяснить, что на этом месте 400 000 лет назад была тундра и даже еловые леса. То есть большая часть ледяного покрова исчезла, когда стало тепло. А потом, через 16 тысяч лет, опять похолодало, и Гренландия вернула свой ледяной щит. И вот во время этого промежуточного тундрового периода средняя температура была лишь немного выше, чем сейчас.

Очевидно, что мы живем в эпоху глобального потепления. И, скорее всего, этот глобальный процесс закономерен, вызван планетарными причинами и периодически повторяется в жизни Земли. Но от этого человечеству не легче. Потепление, ураганы, засухи, наводнения...

Интересно, а у прибрежных городов есть планы А и Б на случай, когда ледники Гренландии начнут таять? Ведь если начнет таять Гренландия, то и Антарктический ледниковый покров подтянется. А это 13 миллионов квадратных километров отборного льда. Тут несколькими метрами дело может и не ограничиться.

Выпуск подготовила
Л.Н. Стрельникова

Иллюстрации
Петра Перевезенцева



Проблемы и методы науки

Кандидат биологических наук

Н.Л. Резник

Напугать хорошенько

Большинство животных — чья-то потенциальная добыча. Избежать этой участи можно способами разной степени надежности: спастись бегством — догонят, слиться с местностью — найдут, вырасти большим-пребольшим, как слон или носорог, — сожрут, пока маленький. Можно еще стать ядовитым и честно предупредить об этом бросающейся в глаза раскраской. В 1890 году британский зоолог Эдвард Пультон (Edward Poulton), назвал такую окраску апосематической, от древнегреческих слов *аро* «далекий» и *сѐта* «сигнал». С тех пор минуло больше века, а апосематизм все еще продолжают исследовать.

Черная метка

Яркая окраска в мире животных — обычное дело. Многие особи привлекают таким образом полового партнера. Но предупреждающая окраска не просто яркая, она использует сочетание определенных цветов: желтого и черного или красного и черного, иногда с белыми пятнами. В мире насекомых, а мы сегодня говорим именно о них, так раскрашены кусачие осы и пчелы, горькие божьи коровки, ядовитые тропические бабочки и их личинки. И это явно не брачный наряд, потому что рабочие пчелы не плодятся и гусеницам еще рано думать о половом партнере.

Яркая окраска тем хороша, что заметна, а главное — разительно отличается от расцветки съедобной до-



Иллюстрация Сергея Тюнина

бычи. Хищники запоминают ее быстро и надолго. Эта особенность позволяет хищникам ориентироваться только на знакомое сочетание цветов, не принимая во внимание поведение и особенности движения жертвы или издаваемые ею звуки, чем и пользуются многие съедобные насекомые, надевая предупредительную окраску, на которую не имеют права. Например, безобидные мухи-журчалки притворяются осаами. Такая форма мимикрии называется бейтсовской в честь описавшего ее британского натуралиста Генри Бейтса (1825 — 1892). Однако же многие хищники все-таки знают об обмане и оценивают потенциальную добычу комплексно.

В предупредительной окраске важны не только яркость, но и контрастные сочетания цветов. Токсичные насекомые обычно пятнистые или полосатые. Чтобы исследовать роль этих «черных меток», специалисты Хельсинского и Бристольского университетов изготовили из теста похожие на гусениц приманки — колбаски, окрашенные пищевыми красителями.

Колбаски были черные, желтые, оливково-зеленые, а также черные с узкими желтыми полосами и желтые с черными полосами (полоса уже основного фона). Зеленый сливается с фоном, черный, в общем, тоже плохо заметен, к тому же это частый компонент апосематической окраски.

С октября по март исследователи прищипливали свои приманки к стеблям ежевики в окрестностях Бристоля так, чтобы листья их не загораживали, и спустя 24, 48, 72 и 96 часов проверяли «выживаемость» ложных гусениц. Если приманка исчезла или на ней остались следы птичьего клюва, гусеницу считали мертвой. Птицы поклевывали 569 колбасок из 1050. Оказалось, что полосатые гусеницы выживают чаще однотонных, даже ярко-желтых. А желтых птицы склевывают не реже, чем черных. Следовательно, чередование контрастных цветов действительно важно.

Ученые обнаружили еще один интересный факт. Оказалось, что полосатость полосатости рознь. Менее заметные полосатые особи, черные с тонкими



▲ Яркая черно-красно-белая бабочка *Heliconius erato* и ее бледная гусеница

желтыми полосками, выживают значительно чаще, чем очень заметные желтые с черными полосами. А бросающиеся в глаза желтые гусеницы выживают даже чуть реже неприметных оливковых.

Принято считать, что чем гусеница заметнее, тем больше у нее шансов уцелеть, потому что птицы избегают явно выделяющейся добычи. Однако некоторая степень незаметности может быть полезна. В период, когда молодые птицы начинают охотиться, они тянут в клюв все без разбора, поэтому у ярких гусениц выше шансы быть склеванными. Есть и специализированные хищники, которые питаются токсичными насекомыми. Для них яркая окраска — подарок. Кроме того, некоторые хищники могут в случае крайней нужды употребить токсичную добычу, если она не смертельно ядовита. Например, голодные европейские скворцы *Sturnus vulgaris* не брезгают токсичными гусеницами. Разумеется, истощенные птицы не бросаются от голода на все подряд, а принимают во внимание степень вредоносности своей жертвы.

А вообще, большинство хищников умеют распознавать неподходящую добычу, даже когда она довольно скромно окрашена. Так птицы избегают прозрачных бабочек итомин (*Ithomiini*), которые встречаются в лесах тропической Америки. Эти бабочки накапливают

вредные для печени пирролизидиновые алкалоиды. А у ядовитых ярких бабочек-геликонид довольно блеклые гусеницы. Они, правда, оснащены длинными, жесткими волосками, дурно пахнут и на вкус отвратительны. Такую гусеницу никто не ест.

Сгрудились малые

А как, кстати, возникает предупреждающая окраска? Менять скромный наряд на предупреждающий надо, во-первых, резко, а не постепенно, во-вторых — массово. Когда гусеница становится более заметной, но еще недостаточно пугающей, на нее будут чаще охотиться и быстро склюют немногих мутантных особей. Если насекомое приобретает апосематическую окраску скачком, то опять-таки при малом количестве мутантов птицы могут быстро их склевать и ничему не научатся, потому что других таких гусениц не останется.

Впрочем, велика вероятность, что на броскую новинку птицы вообще не пойдут. Хищники неохотно пробуют необычно выглядящую добычу, особенно яркую. Это явление называется «неофобия», своего рода диетический консерватизм у хищников. Но как только численность новых форм возрастает, неофобия исчезает. Ярких животных будут пробовать, а если они вкусные — есть.

Самый простой способ безболезненно перейти к апосематической окраске — скопировать уже существующий образец, знакомый местным хищникам. Общий внешний вид нескольких несъедобных жертв называется мюллеровской мимикрией в честь немецкого зоолога Фрица Мюллера (1822—1897), и вполне вероятно, что большинство апосематических видов эволюционировали по этому пути. Группы внешне схожих ядовитых видов достаточно многочисленны. Примером могут служить южноамериканские бабочки-геликониды. Исследователи установили, что вид *Heliconius melpomene* приобрел свой облик в подражание *H. erato*. Эти бабочки очень похожи, живут бок о бок, однако расы *H. melpomene* существенно моложе, чем *H. erato*.

Оба вида геликонид равно противны: поедая растения, они поглощают гликозиды, содержащие цианистую группу, из которых синтезируют цианиды. Но бывают ситуации, когда схожие виды содержат разные токсины, и это обстоятельство обескураживает хищника, поскольку он не уверен, чем именно плоха данная гусеница (а мы помним, что в некоторых случаях особо голодные птицы могут пренебречь слабой токсичностью или неприятным вкусом добычи). И это дополнительная выгода, которую жертвы извлекают из мюллеровской мимикрии.

Эффект апосематической окраски можно усилить, собравшись вместе. Многие ярко окрашенные гусеницы образуют большие скопления, которые бросаются в глаза, заметно ускоряют обучение хищника и умень-

шают урон, который терпят гусеницы во время такого обучения. Распробовав одну личинку, птица улетает и прочих членов сообщества уже не трогает.

Специалисты Бристольского университета проанализировали информацию о 994 видах бабочек, относящихся к 991 роду и семи семействам, чтобы выяснить размеры и способ питания гусениц, их окраску, наличие внешней защиты (шипов или волосков). Изучив это филогенетическое древо, они пришли к выводу, что стадность гусениц возникала у бабочек неоднократно и независимо и, по-видимому, связана с возникновением предупреждающей окраски.

Затем ученые укрепили на искусственных листьях ярко окрашенные и незаметные модели гусениц, поодиночке или группами, и расположили эти приманки в окрестностях Бристоля. Это уже не колбаски из теста. Модель представляла собой мертвого мучного червя (личинку большого мучного хрущака), засунутого в бумажную трубочку, зеленоватую или полосатую так, что его голова и передние ноги торчали наружу. Такова участь мучных червей — их специально разводят на корм амфибиям, рептилиям и птицам. И птицы легко извлекали приманку, не клюя бумагу.

Как и следовало ожидать, скопление добычи привлекает внимание, и гусеницы с покровительственной окраской чаще выживали в одиночку, а гусеницы с предупреждающей окраской — в группе. Неброским гусеницам скапливаться невыгодно. Так вопрос о том, что первично — апосематизм или стадность, решился в пользу апосематизма.

На возникновение стадности влияет и размер тела гусениц. Если они очень крупные, то, сбившись в кучу, будут конкурировать за пищу и другие ресурсы. Одиноким апосематическим видам в среднем крупнее, чем имеющим покровительственную окраску. Возможно, это связано с тем, что большим особям сложнее спрятаться и им выгоднее переходить к апосематизму.

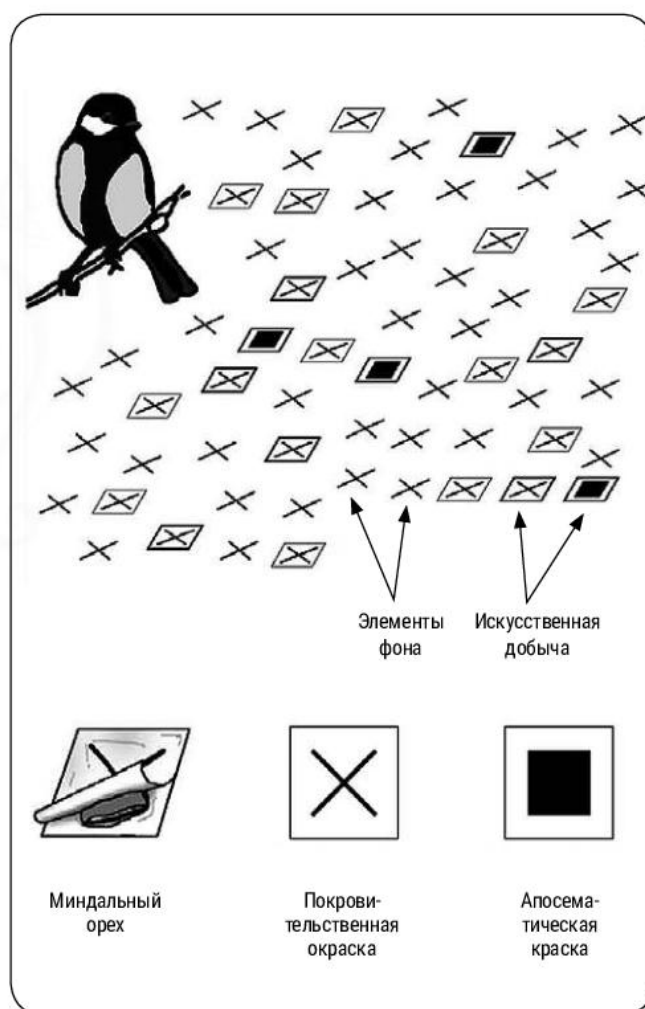
Новый мир

Эксперименты бристольских исследователей, посвященные взаимодействию птиц и гусениц разной окраски и токсичности, не единственные и далеко не первые в этой области. В частности, в конце 1990-х годов интересный эксперимент поставили финские ученые Рауно Алатало и Иоханна Маттес (Rauno Alatalo, Johanna Mappes) из университета Ювяскюля. Они наловили синиц и поместили их в небывалый, черно-белый мир. В этом мире птицы учились избегать неприятной добычи. На белом листе бумаги с черными крестиками ученые расположили искусственных бабочек: обернули жиром кусочек ржаной соломы и прикрепили к нему белые бумажные крылья, тоже в крестиках. Получилась добыча, которая пытается слиться с фоном. Некоторых бабочек сделали несъедобными, пропитав их тела горьким хлорохином. И наконец, части горьких бабочек крылья украсили не



фото: Germano Woehl Junior

▲ Гусеницы бабочек Морфо кормятся по ночам, а днем собираются в пугающую полосатую массу. Длина гусеницы около 10 см



▲ Схема эксперимента «новый мир», поставленного финскими исследователями. В этом мире большие синицы *Parus major* учатся разбираться в незнакомой добыче. На листе, покрытом маленькими черными крестами на белом фоне, черная добыча бросается в глаза, но она несъедобна. Съедобные кусочки прячутся под крестиками и сливаются с фоном. Синицы быстро разобрались, что можно есть, а что нельзя

крестиками, а черными квадратиками, и они на общем фоне резко выделялись. Получилось три группы бабочек: неброские съедобные, неброские несъедобные и несъедобные с апосематической окраской.

В этой комнате ученые оставляли на час голодную синицу. Для нее там не было ничего знакомого, окраска приманки ни с чем не ассоциировалась. Первым делом птицы накидывались на заметную добычу, но быстро разобрались, что трогать ее не стоит. Неприметных бабочек клевали примерно с одинаковой частотой, независимо от вкуса. Поэтому в первый день эксперимента наибольший урон понесли апосематические бабочки как самые заметные, а в последующие дни — бабочки с покровительственной окраской.

Если же приманку раскладывали небольшими группами, ситуация развивалась иначе. Обнаружив несъедобную бабочку, птичка теряла интерес ко всей кучке. В первый день синицы поклевывали в основном съедобную приманку, так продолжалось и в последующие дни. Однако же апосематическую окраску птицы запомнили и группы заметных бабочек не трогали. Таким образом, агрегация сохраняет жизнь несъедобным бабочкам, даже не имеющим предупреждающей окраски.

Синицы быстро научились не трогать заметных бабочек, как поодиночке, так и в группах, и тогда ученые поставили второй эксперимент. Тем же птицам предлагали на выбор приманку такой же расцветки, но другой формы. В квадратный пакетик, помеченный крестиком, запечатали кусочек миндального ореха. Рядом положили пакетик с черным квадратиком, и начинка у него была горькая. Получился аналог мюллеровской мимикрии. Птицы дружно избегали квадратиков. Это значит, что новый сигнал синицы запомнили и ассоциируют с хинной горечью. Благодаря хорошей памяти хищников, новому виду, приобретшему уже известную апосематическую окраску, можно не собираться в группы. Мимикрия сохранит их поодиночке.

Кстати, исследователи поставили с другой группой синиц аналогичный эксперимент, в котором фоном служили квадратики, а бабочки с крестиками на крыльях на этом фоне резко выделялись. Результаты оказались такими же.

Растение в помощь

Хищнику нужно учиться узнавать предупреждающую окраску. У него должна возникнуть стойкая ассоциация между ней и неприятными ощущениями. В этом заинтересованы и хищник, и жертва. Но чтобы научиться, добычу придется попробовать, а это опасный момент для обоих. Жертва должна остаться целой: если птица, проглотив токсин, умрет, она ничему не научится, да и гусенице такой исход неприятен. Поэтому противная добыча принимает меры, чтобы попробовать ее было можно, а повредить нельзя.

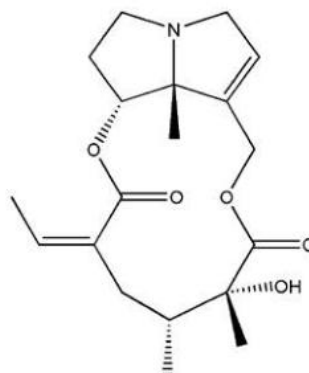
Некоторые бабочки концентрируют алкалоиды в крыльях, мягкотелые гусеницы обычно хранят токсины под покровами или в специальных железах и, когда их трогают, немедленно выделяют горькую гемолимфу (эта жидкость заменяет беспозвоночным лимфу и кровь). Чтобы почувствовать неприятный вкус добычи, нет необходимости раскусывать насекомое. Это, кстати, не так просто сделать — у большинства неприятных на вкус бабочек очень эластичное тело, которое сопротивляется раздавливанию. О противном вкусе можно предупредить и сильным, отталкивающим запахом, как делают, например, некоторые вонючие жуки.

А откуда вообще у насекомых яд? Некоторые виды, например жуки-листоеды, синтезируют его сами из соединений, которые получают с пищей. Другие же просто накапливают ядовитые вещества растений, на которых кормятся. Токсичность насекомых, пользующихся заемными ядами, зависит от концентрации этих соединений в растении, на котором они провели ближайшие сутки. При этом насекомые научились растительные токсины связывать, так что сами от них не страдают.

Связывание токсина требует специализации, и между видами насекомых и ядовитых растений, которыми они питаются, существует корреляция. Бабочки *Troidinae* обычно кормятся на кирказоновых, бабочки-монархи *Danaus plexippus* питаются молочаями, геликониды *Heliconiinae* — страстоцветными, а итомины *Ithomiinae* — в основном растениями семейства пасленовых и апоциновых *Aporocynaceae* (в этом семействе много лекарственных растений).

Все это означает, что на токсичных растениях сидят токсичные гусеницы и есть их не надо. Разумная птица, увидев такое растение, пролетит мимо, если только она умеет его отличать. А она умеет.

Есть такая бабочка — киноварная моль, она же медведица кровавая (*Tyria jacobaeae*), ее гусеницы питаются исключительно крестовником *Senecio* spp. Крестовник синтезирует пирролизидиновые алкалоиды, которые при достаточной концентрации могут вызывать отравление у людей и животных. Так растение защищается от травоядных, однако же гусеницы киноварной моли приспособились его есть.



▲ Сенеционин — один из пирролизидиновых алкалоидов крестовника

Специалисты Бристольского университета под руководством профессора Иннеса Катхилла (Innes Cuthill) применили свой излюбленный прием — изготовили из мучных червей искусственных гусениц, оранжево-желтых с черными полосками, как у медведицы, и оливково-коричневых, под цвет листьев, и разместили в городских парках и окрестностях Бристоля на листьях крестовника или ежевики. Ежевику выбрали в качестве альтернативного растения из-за ее внешней несхожести с крестовником (ярких желтых цветков у нее нет) и ее съедобности. Листьями ежевики лакомятся и беспозвоночные, и млекопитающие, хотя она и пытается обороняться от них шипами.

Оказалось, что опытные птицы склевывают гусениц с крестовника заметно реже, чем с ежевики, причем частота поедания безвредных гусениц почти так же мала, как и частота истребления токсичных медведиц. Птицы в данном случае ориентируются на растение, а не окраску добычи. Этому искусству нужно учиться. В период, когда из гнезд вылетают неопытные птицы, они не делают различий между ежевикой и крестовником, но быстро осваивают эту премудрость.

Птицы узнают крестовник по заметным желтым соцветиям. Если их оборвать, они крестовник не признают. Если соцветия крестовника прикрепить на ежевику, гусеницы на ней будут защищены так же хорошо, как и на цветущем крестовнике. Желтоватые бумажки, прикрепленные к растениям вместо цветков, птицу не обманут.

Исследователи показали, что хищники, отведав гусеницу с токсичного растения, впоследствии избегают любой добычи из того же места или с этого растения. Насекомые на таком растении надежно защищены без всякой предупреждающей окраски. Тем не менее у большинства такая окраска все же есть. Тому есть несколько объяснений. Не все растения-хозяева обладают явными отличительными признаками. Их внешний вид может измениться, если они отцветут или завянут. И наконец, гусеницы не всегда сидят на листьях. Обье одно растение, они переселяются на другое, и в пути их защищает только собственная окраска.

Растение пугает растение

Приметные соцветия крестовника — классический предупреждающий сигнал. Апосематическая окраска есть у многих растений, не только ядовитых. Даже колючие кактусы, алоэ и агавы окрашивают свои шипы в разные цвета и украшают листья и стебли белыми или цветными полосами. Но растениям угрожают не только животные, они страдают от растений-паразитов.

Бывают паразиты факультативные. Одни фотосинтезируют, но не упускают случая вытянуть минеральные вещества из корней хозяина. Другие используют хозяина как опору, чтобы по их стволам и ветвям вылезти к солнцу. А есть и облигатные паразитические растения. Они тоже бывают двух типов.

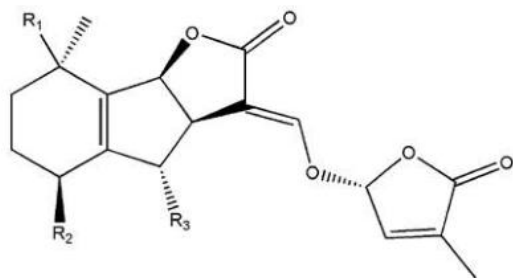


▲ Поедая крестовник, гусеницы наливаются токсинами. Опытная птица никаких насекомых с крестовника не склевывает

Один тип — фотосинтезирующие паразиты, которые сосут воду, минеральные вещества, а иногда и органику из ветвей своего хозяина. Такова, например, омела белая. А есть и нефотосинтезирующие, такие как заразиха (*Orobanchе* spp.), поражающая корни, и повилика (*Cuscuta* spp.), паразитирующая на побегах; все питание они получают от хозяина.

Многие паразитические растения чувствуют и выбирают своих хозяев — к одним приближаются, а от других отдаляются, подобно хищным животным, избегающим апосематической добычи. Лет тридцать назад сотрудница Оксфордского университета Коллин Келли (Colleen Kelly) привязывала стебли повилики на растения боярышника, которые получали разное количество азота. Если азота было достаточно, повилика обвивалась вокруг ветки боярышника. Если же азота не хватало, побег повилики уже спустя 30 минут начал отклоняться от ветки, а через три часа отогнулся почти на 90°. Вероятно, повилика ориентируется на какие-то летучие соединения.

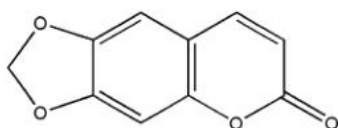
Что может растение-хозяин противопоставить паразиту? У него есть две возможности. Одна из них заключается в том, чтобы выделять в окружающую среду как можно меньше сигналов, причем слабых, чтобы остаться незамеченными. Самый известный пример такой стратегии — защита от корневого паразита заразихи *Orobanchе*. Растения-хозяева используют молекулы стриголактонов для общения со своими симбиотическими грибами, и крошечные семена паразита ориентируются на этот сигнал как признак близости корней хозяина. Следовательно, чем меньше стриголактонов выделяет растение, тем меньше у него шансов быть замеченным заразой.



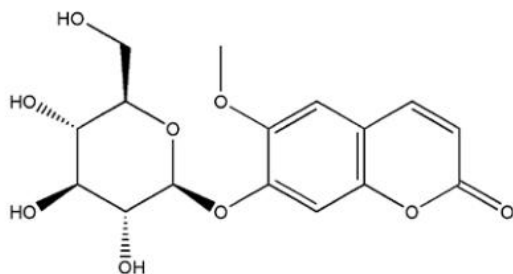
▲ Общая структура стриголактонов. Растение выделяет эти гормоны, чтобы стимулировать рост микоризных грибов

Второй способ — защита активная. Один из таких случаев описали испанские ученые под руководством профессора Кордовского университета Хессуса Йорина (Jesús Jorín). Они исследовали прорастание семян заразики вблизи корней подсолнечника *Helianthus annuus*. Семена проращивали на влажной бумаге или агаре, на который клали корни восприимчивого к заразики подсолнечника сорта Агросур или устойчивого сорта Кортэ.

Подсолнечник синтезирует кумарины. Сорта, устойчивые к заразики, синтезируют его в большем количестве, которое еще возрастает в ответ на инфекцию. Корни активно выделяют в среду кумарины скополин и аяпин, которые не дают семенам заразики прорасти. В соседстве с корнями восприимчивого сорта всхожесть семян составляла около 45%, рядом с устойчивым сортом — всего 25%. И это несмотря на то, что экспериментаторы заранее индуцировали прорастание семян, обработав их аналогом стригола GR24. (Стригол — это стимулятор прорастания семян, который выделяют корни растения-жертвы.) На 7-й день полупрозрачные, бесцветные корешки проросших семян побурели и прекратили рост.



Аяпин



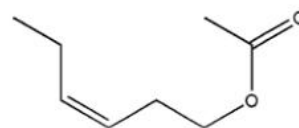
Скополин

▲ Кумарины подсолнечника аяпин и скополин

Исследователи также оценили всхожесть семян заразики *O. cernua* в присутствии корней картофеля, табака и топинамбура, на которых этот вид не паразитирует, а также прорастание семян другого вида заразики, не патогенного для подсолнечника *O. ramosa*, в присутствии корней подсолнечника. Во всех этих случаях семена почти не прорастают, потому что незачем — хозяина рядом нет.

Если корни проростков подсолнечника заразить семенами *O. cernua*, паразит успешно заселяет восприимчивый сорт. На его корнях образуются мелкие бугорки, хорошо видные в биноклярную лупу. К устойчивым корням корешок заразики прикрепляется, но вскоре буреет и бугорков на подсолнечнике не образует. И все это благодаря кумаринам, которые подсолнечник синтезирует и выделяет в ответ на присутствие паразита.

Второй случай исследовали специалисты Пенсильванского университета под руководством профессора Консуэло Де Мораес (Consuelo De Moraes). Они обнаружили, что проростки повилики *Cuscuta pentagona* отклоняются от растений пшеницы, если она выделяет соединение-репеллент (Z)-3-гексенилацетат.

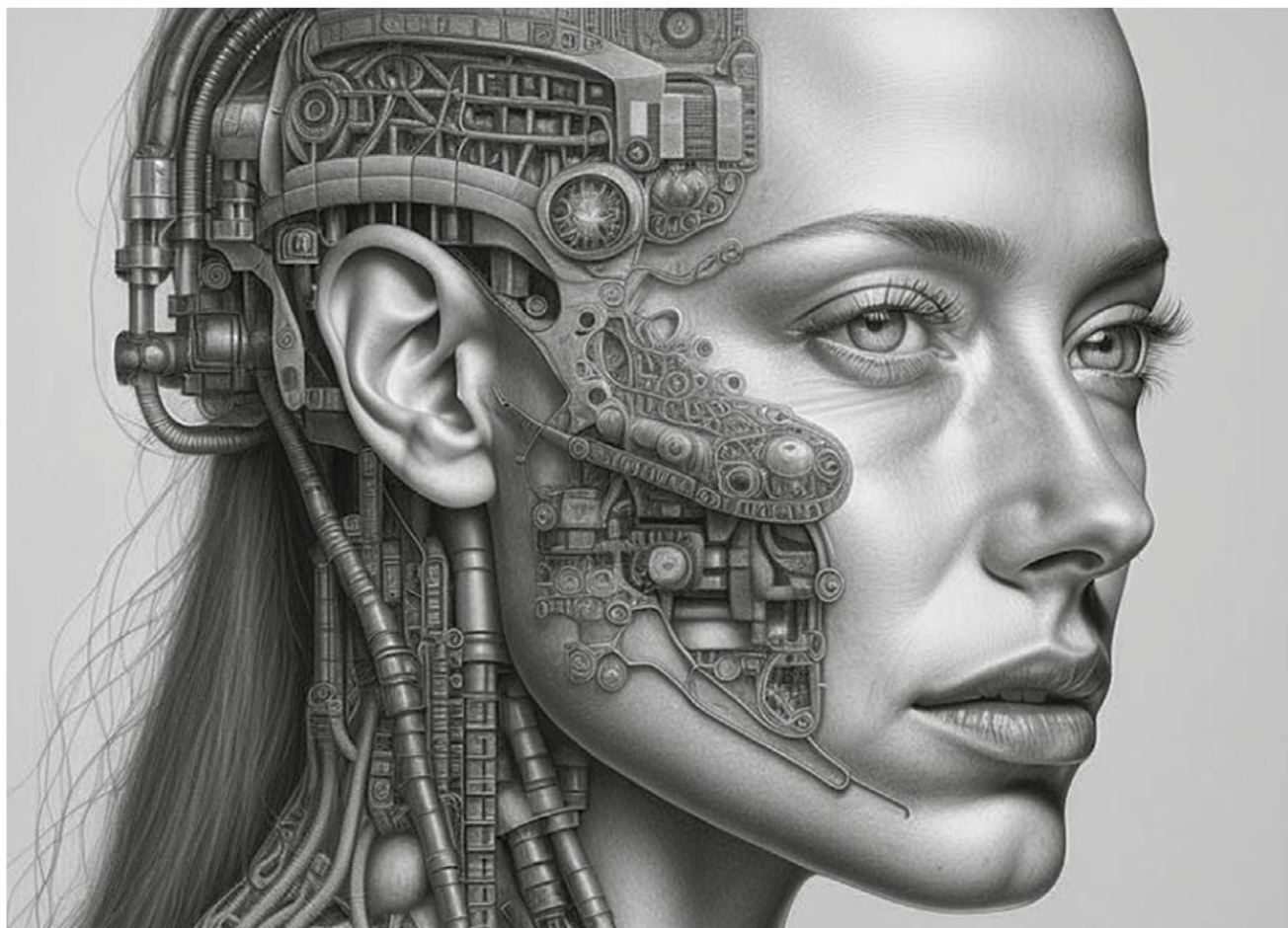


(Z)-3-гексенилацетат

Ботаник из Университета Хайфы Симха Лев-Ядун (Simcha Lev-Yadun) расценивает оба эти случая как апосематические сигналы, которые растение-хозяин посылает паразиту. Чтобы определить сигнальную систему как апосематизм, должен быть сигнальщик (растение-хозяин), испускаемый им сигнал, приемник сигнала (растение — паразит) и реакция — отклонение в сторону, причем эта реакция должна приносить пользу обоим.

Апосематический сигнал всегда видоспецифичен и направлен на особь другого трофического уровня: жертва сигнализирует хищнику, растение — травоядному или паразиту. В последнем случае выигрыш для хозяина очевиден, и для растения-паразита также значителен, потому что предотвращает гибель проростков заразики или позволяет растениям повилики не тратить энергию на рост в сторону неподходящего хозяина.

Так что если правильно пугать, много хорошего сделать можно.



Мимика и очки

Большинство видеотехнологий распознавания беззвучных команд, поданных движением губ человека, несовершенно — строго ограничен набор мимических сообщений, которые может уяснить программное обеспечение камеры. Да и сам их источник должен находиться рядом с видеокамерой или носить ее, например, прикрепленной к своим очкам.

Часть этих недостатков устраняет технология, которую предложили исследователи Корнеллского университета. Под руководством профессора Жанг Чена (Cheng Zhang) они создали интерфейс, управляемую интеллектуальную систему, которая распознает до 31 беззвучной команды. Для обучения мимике владельца прибору под названием EchoSpeech (ЭхоРечь) достаточно всего нескольких минут.

ИИ распознает сообщения в 95% случаев. Программное обеспечение легко установить на смартфон. Работа была представлена на гамбургской конференции, посвященной человеческому фактору в компьютерных системах.

Система не требует много энергии, так как работает не на видео, а на акустических датчиках. Фактически это звуковой радар, сонар, который зондирует лицо и по отраженным волнам восстанавливает его мимику. Небольшие, диаметром меньше сантиметра, излучатели звука и приемные микрофоны укреплены на дужках очков. Постоянное облучение лица звуковыми волнами профессор Жанг никак не комментирует.

Аудиоданные, с которыми работает система EchoSpeech, занимают много меньше места, чем видеoinформация. Их просто передавать на смартфон в режиме реального време-

ни. Для этого нужен лишь радиоканал блютуз интерфейса. Систему можно использовать для коммуникации через смартфон в шумных местах. Она также сможет стать заменой компьютерной мыши или другой управляющей периферии.

Один из авторов, аспирант Жанг Руйдонг (Ruidong Zhang), отмечает, что EchoSpeech может служить источником сигнала синтезаторов речи для немых людей. И, как профессор Жанг, особо подчеркивает, насколько новая технология способствует приватности владельца и сохранности его личных данных.

Очевидно, дешевую и эффективную технологию легко воспроизвести массово и удобно встроить, например, в систему социального контроля. Дополнительное распознавание звуков речи потребует лишь небольшой модификации программного обеспечения.

Памятливый датчик

Современные сенсоры движения состоят из многих элементов и потребляют немало энергии. Ими управляют сложные алгоритмы, которые кадр за кадром анализируют видеоизображения. Зачастую эти датчики неэффективны. Свободную от названных недостатков технологию предложили инженеры финского Университета Аалто, работающие под началом профессора Себастьяна ван Дийкена (Sebastiaan van Dijken).

Они создали новую методику, которая в едином нейроморфном сенсоре совмещает получение изображения, память и обработку сигнала. Умный обучаемый датчик может выявлять движущиеся объекты и предсказывать их дальнейшее перемещение в одном кадре. Статья о работе появилась в журнале *Nature Communications*.

В современных видеокамерах изображения получают с помощью ПЗС-матриц, которые состоят из двумерной сетки светочувствительных элементов, накапливающих электрический заряд. В технологии авторов элементами сетки служат фотомемристоры. Это электрические приборы, которые при облучении дают электрический ток. Он не останавливается сразу после затемнения, а спадает за некоторое время. Это означает, что мемристоры могут «запоминать» предыдущую засветку.

Сеть таких сенсоров не только получает новую мгновенную картину, но и обладает памятью о предыдущих кадрах, то есть совмещает в одном кадре серию оптических изображений. Вот почему по анализу последнего кадра с помощью простой нейронной сети ИИ, которая встроена в компактный и надежный сенсор, можно выявить движение объекта.

Инженеры в интересном эксперименте продемонстрировали, как работает система. Они записали одинаковые видеоряды двумя видами датчиков — ПЗС и мемристорными. Ряды состояли из нескольких кадров. Каждый из них изображал одну букву, а вместе они давали слово. Все

слова оканчивались на букву Е, то есть последние кадры видеорядов были одинаковы. Новый датчик в ста случаях из ста прочитывал все слово по последнему кадру, обычный не мог этого сделать в принципе.

В другом тесте мемристорный сенсор наблюдал на экране, как движется некий объект с тремя разными скоростями. Датчик не только выявлял эти движения по анализу одного кадра. Дополненный обучаемым алгоритмом он правильно предсказывал положение предмета на последующих кадрах.

Новые оптические сенсоры нужны для беспилотных систем управления транспортом, ведь автопилоту приходится предугадывать перемещение остальных участников движения. Технология пригодится и во многих других областях. Это динамическое зрение, автоматический контроль, мониторинг и управление промышленными процессами. Профессор убежден, что сенсоры его группы откроют новую страницу в разработке автономных роботов и интерфейсов человек-машина, так как они экономны, энергоэффективны и не хранят избыточную информацию.

Оптический нейроморф

Новое поколение алгоритмов, которые называют искусственным интеллектом, привело к революционным достижениям в обработке информации. Однако задача создания нейроморфа, компьютера из искусственных элементов, который функционирует как человеческий мозг, по-прежнему остается вызовом будущего. Резисторы с памятью, мемристоры, в последнее время применяют в прототипах нейроморфа как вычисляющие элементы и как компактные хранилища больших объемов данных.

Существуют и оптические аналоги мемристоров, в которых происходит модуляция не электронной проводимости, а пропускания света. Они привлекают инженеров большим потенциалом применений в нейроморфах, а также системах машинного обучения и искусственного интеллекта. Дело в том, что оптические приборы в

принципе совмещают локальную обработку информации с чрезвычайно быстрой ее передачей внутри и вовне.

Инженеры Питтсбургского университета всесторонне изучают оптические мемристоры. Группа, возглавляемая профессором Натаном Янгбладом (Nathan Youngblood), недавно опубликовала посвященную им статью в журнале *Nature Photonics*. Исчерпывающий обзор дает представление о прогрессе их применения в нарождающейся области фотонных интегральных схем, обсуждает эволюцию и перспективам применения, технологию изготовления оптических мемристоров, ее достоинства и проблемы, требующие решения.

В статье показано, что этот новый активный элемент интегральных схем не требует постоянного потребления энергии и его легко перепрограммировать. Мемристоры позволяют с высокой скоростью извлекать, хранить и передавать данные, а также дают возможность параллельно обрабатывать информацию. Их можно использовать как искусственные нейроны в нейросетях, потому что динамические мемристоры с нелинейными характеристиками, как и нервные клетки, обладают свойством пластичности.

К недостаткам технологии авторы относят в первую очередь трудности масштабирования приборов. Сегодня чипы на мемристорах, например, из материалов, изменяющих оптическую фазу света, все еще получаются очень большими, несмотря на быстроту, компактность и энергоэффективность процессов в них. Профессор Янгблад считает, что мемристорные технологии пока далеки от реальных приложений, и ученые все еще ищут материал, который позволит совершить качественный скачок в этой области.

ИИ исследует мозг

Пространство, окружающее кровеносные сосуды головного мозга, необходимо для движения водных растворов, доставляющих питательные вещества в его ткани и удаляющих из них продукты распада. Поэтому изменения потока

спинномозговой жидкости в этом пространстве, которые трудно измерить *in vivo*, напрямую связаны с нарушениями здоровья центральной нервной системы, в частности изменениями в мелких сосудах, инсультами, травмами, болезнью Альцгеймера и пр. Понимание физиологии болезней и их лечение напрямую зависят от точного определения скоростей потоков, давления и механических напряжений сдвига в жидкости. До сих пор это было невозможно.

Междисциплинарная команда инженеров-механиков, нейрофизиологов и компьютерщиков под началом профессора механической инженерии Университета Рочестера Дугласа Келли (Douglas Kelley) предложила новый метод определения скорости потоков спинномозговой жидкости, чтобы точно и локально определять ее параметры. Ученые измеряли поток в мозге мышей с помощью оптических методов, а к обработке результатов призвали искусственный интеллект.

Успех достигнут на основе предыдущих экспериментов. В них отслеживали инжесктированные в поток мелкие частицы и по ним определяли поле его скоростей. На этих данных исследователи обучили алгоритм ИИ, который учитывает физические закономерности потока, описываемые уравнением Навье-Стокса. Тренировка ИИ на двух третях экспериментальных данных позволила получить близкое согласие его предсказаний с третьей остальных. Так ИИ выявил детальную трехмерную картину течений на базе гораздо менее точных измерений.

Профессор Келли говорит, что физические параметры очень важны для прояснения нейропроцессов. Знания о трехмерных полях скорости, давления, объемах протекающей жидкости необходимы, чтобы понять физиологический механизм, заставляющий жидкость течь внутри мозга. Это до сих пор загадка.

Исследователи надеются отслеживать изменения потока при болезни и старении. Они считают, что новый метод поможет развить методы лечения заболеваний мозга. Результаты исследования опубликованы в журнале *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

Очень креативный интеллект?

СhatGPT фирмы OpenAI привлекает к себе внимание не только обычных пользователей, но и академического сообщества. Недавно он стал предметом исследования научной группы профессора Эрика Гузика (Erik Guzik) из Колледжа бизнеса Университета Монтана. Ученые решили проверить на креативность последнюю версию GPT-4. Толчком к исследованию послужило то, что чат-бот способен давать неожиданные и интересные ответы на запросы.

Гузик давно интересуется проблемами мозгового штурма и человеческого воображения. Он занимается тестированием студентов университета с помощью хорошо известного теста творческого мышления Торренса, который существует уже десятилетия. Его описания нет в Сети, так как это интеллектуальная собственность проводящей его фирмы, поэтому профессор уверен, что чат-боту недоступны детали тестирования. В тесте были даны задания, напоминающие жизненные задачи, к примеру – придумать новые применения для уже известного продукта или усовершенствовать его.

Исследователи отправили на оценку сгенерированные чатом ответы на вопросы теста вместе с ответами контрольной группы из 24 студентов, которые обучаются у профессора предпринимательству и финансам. Сервис определял результаты, не зная об участии чат-бота. Затем ученые сравнили их с успехами 2,7 тысяч студентов колледжей США, прошедших точно такой же тест в 2016 году.

Сопоставление с результатами тестирования предыдущей версии GPT-3 годом ранее показало разительные успехи чат-бота. По креативности он обошел 99% студентов, участвовавших в эксперименте. По способности генерировать идеи и по их оригинальности, то есть способности предлагать новые, с точки зрения тестирующих, идеи, он также оказался в элитном проценте лучших студентов. Особенно удались чат-боту идеи, которые в

глазах тестирующих выглядели полезными и ценными. ИИ немного отстал в гибкости, то есть способности создавать резко отличающиеся друг от друга идеи. Большинство студентов колледжей остались далеко позади.

Профессор задал самому ChatGPT вопрос о том, как он объяснит свои результаты теста, если они окажутся высокими. Чат-бот ответил, что в этом случае тестирующие, скорее всего, не полностью понимают, что такое человеческая креативность, а значит, и инструменты ее оценки должны быть более сложными. С этим, пожалуй, стоит согласиться.

Профессор очень аккуратен и воздержан в интерпретации результатов. И все же он надеется, что чат-бот станет новым инструментом в мире бизнеса и драйвером региональных и национальных инноваций, так как может предлагать нешаблонные решения.

Будущее немыслимо без участия ИИ в том или ином виде, и маркетингологи уже используют его для своих творческих задач. Достаточно посмотреть тематические ролики на Ютубе, которые обучают пользованию чатом. Их множество, в том числе на русском языке. К примеру, маркетингологи проводят с помощью ChatGPT многофакторный анализ конкурентов, который сильно экономит им время.

И все же стоит вспомнить, что результаты психологических тестов достаточно условны даже для человека. Так оказалось, что известный тест общей оценки интеллекта IQ не отражает реальной картины. Результаты работы были представлены на майской конференции по креативности, проведенной Университетом Южного Орегона.

Выпуск подготовил
И. Иванов

刺参

Панацейка

Заманиха — ёж всеисце- ляющий

Век полтора назад на Дальний Восток потянулись российские переселенцы. Флора вокруг была незнакомая, и русскоязычное население присматривалось, какие растения используют местные жители: что едят, чем лечатся. Конечно, они оценили женьшень *Panax ginseng*, который со временем стал объектом государственного попечения, а позже, когда запасы женьшеня изрядно оскудели, ученые стали искать лекарственные растения сходного действия среди других видов семейства аралиевых. И нашли. Про элеутерококк знают все, заманиха пока не так популярна.

Известно три вида заманихи, все они растут в умеренной зоне вблизи океанских берегов. Заманиха японская *Oplopanax japonicus* встречается только в Японии, ее добавляют в средства для ухода за кожей. Заманиха ошети́нная занимает северо-западное побережье Северной Америки до Южной Аляски. Коренные жители лечат ею артрит, заболевания пищеварительного тракта и органов

Иллюстрация Петра Перевезенцева

дыхания, лихорадку, головную боль и перхоть, а также используют в религиозных церемониях. Сейчас препараты *O. horridus* продают как аналог женьшеня.

Ареал заманихи высокой *O. elatus* охватывает юг российского Приморья, северную часть Корейского полуострова и Северный Китай. Восточноазиатская заманиха так похожа на американскую, что их в свое время даже считали одним видом. Именно *Oplapanax elatus* — героиня нашего рассказа.

У заманихи характерная внешность — прямой ствол высотой около метра и крупные листья, образующие ровную шаровидную крону. Со временем ствол может разветвиться, но крона форму не изменит. Но есть и вторая форма растения. Заманиха часто растет в темных хвойных лесах на горных склонах крутизной до 30°, и там она стелется по земле. Видовое название *elatus* правильнее переводить как «верховой» или «высокогорный».

Соцветия у заманихи крупные, а цветки невзрачные, зато сильно пахнут. Запах привлекает мелких опылителей (мух, жуков и ос), и в результате их усилий к сентябрю поспевают красные плоды-костянки диаметром около сантиметра. Они собраны в крупные красные кисти, хорошо заметные в лесной тени, из-за них растение и назвали заманихой. Приманивает оно не только людей, но и птиц, которые поедают плоды и распространяют семена. Увы, семена прорастают только года через два, и сеянцы в первый год развиваются медленно. За год заманиха вырастает сантиметров на десять, а взрослым становится при высоте 50 – 70 см. Так что появления нового куста приходится ждать несколько лет. А ждем мы не ягод и не листьев, нам нужна подземная часть. Именно в ней заключена целебная сила растений семейства аралиевых.

Вы уже заметили, конечно, что родовое название заманихи *Oplapanax* схоже с названием женьшеня. Рана означает «всеисцеляющий», а *haplon* — «оружие». У оплопанакса есть синонимичное название *Echinopanax*, а *echinos* — переводится как «еж» или «игла». Не зря заманиху так называли, ее стебель густо утыкан колючками.

Продравшись через эти колючки, добудем корень и корневища. Именно их используют для приготовления лекарств. В них более 120 биологически активных соединений: сапонины, флавоноиды, антрахиноны, фенольные и органические кислоты, олигосахариды, стеролы и их гликозиды, антрахиноны, полиацетилены, спирты и альдегиды. Из подземных частей заманихи высокой готовят спиртовую настойку; с 1955 года отечественная фармакопея официально ее признала как тонизирующее средство и лекарство от легкой формы диабета. Применяют также эфирное масло (летучие вещества из корней извлекают паровой дистилляцией). Водный отвар и настой менее эффективны, хотя чай из внутренней коры корней пьют люди, страдающие диабетом. Внутренняя кора — это тонкий слой молодых, активно делящихся клеток между внешней корой и сердцевинной корня.

Народная медицина, как водится, использует заманиху шире, чем официальная. В Китае, России и Корее ею лечат синдром хронической усталости. В Китае пользуют больных неврастениями и шизофренией, гипотонией и другими сердечно-сосудистыми заболеваниями, сахарным

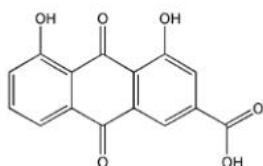


▲ Заманиха высокая в цвету

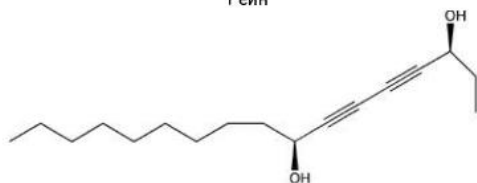
▼ Заманиха привлекает алыми плодами. Но обратите внимание на колючки. Одно из русских названий растения — шипник



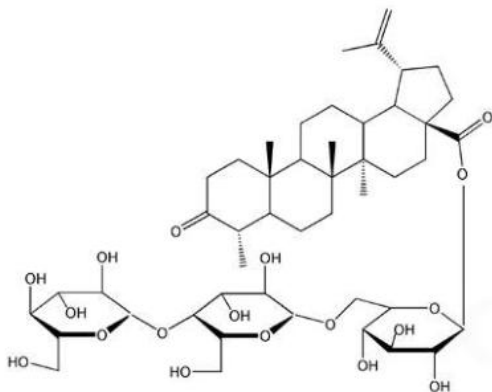
диабетом и ревматизмом. Китайские медики считают, что настойка заманихи обладает противогрибковым, жаропонижающим, болеутоляющим и антивозрастным действием. Грибки убивает, по-видимому, эфирное масло. На сегодняшний день известно более двух десятков его летучих компонентов. В зависимости от части растения, из которого их извлекают (корень, стебель, корневище), и условий произрастания состав масла сильно различается. Заманиха — компонент традиционного китайского средства, улучшающего микроциркуляцию крови. В его состав также входят жужелицы, пиявки, дождевые черви, скорпионы, многоножки и шелкопряды.



Рейн



Оплопандиол



Один из многочисленных сапонинов

В Корее заманиху высокую прописывают при астении, депрессии, кашле и желудочно-кишечных расстройствах и ранах.

Несмотря на давнюю историю и широкое применение, клинических испытаний препаратов заманихи очень мало. Некоторые из них проведены еще в 1960-х годах, количество участников невелико. Испытывали преимущественно 40%-ую спиртовую настойку. Она действительно помогла двадцати пяти больным диабетом. У пациентов снизилось содержание глюкозы в моче и плазме крови, уменьшилась жажда, нормализовалось артериальное давление. Больные стали более активными, а движение — это жизнь, к тому же оно препятствует набору веса. В десяти случаях эффект был настолько ощутим, что позволил уменьшить дозу инсулина.

В 2000 году российские медики рекомендовали препарат, в состав которого входят несколько растений, в том числе заманиха, для лечения инсулинозависимого диабета параллельно с инъекциями инсулина. Особенно эффективно лечение для пациентов моложе 18 лет. Корень *O. elatus* входит в состав растительной смеси «Арфазетин», содержащей также стручки фасоли обыкновенной, побеги черники, цветки ромашки аптечной, хвощ полевой, плоды шиповника и надземные части зверобоя продырявленного. Это безрецептурный препарат, снижающий содержание глюкозы у больных диабетом 2-го типа. Препарат дополняет традиционное лечение, а не заменяет его.

Настойка заманихи повышает эффективность антибиотиков. В 1982 году московские медики наблюдали

за 258 детьми, от новорожденных до четырнадцатилетних, больными дизентерией и энтероколитом (это протейная инфекция). Группу из 157 пациентов лечили антибиотиками в сочетании с настойкой заманихи, контрольная группа получала только антибиотики. Эффект настойки проявился спустя 10 – 14 дней. Она ускорила выздоровление и уменьшила частоту осложнений.

Заманиха хорошо помогает при астенических и астено-депрессивных состояниях, вызванных разными причинами: инфекциями, чрезмерной усталостью, соматическим и нервным истощением, вялотекущей шизофренией. Астения — это слабость, повышенная утомляемость и эмоциональная неустойчивость. Так реагирует организм на любое истощение энергетических ресурсов. Неудивительно, что астения возникает после долгой болезни или хронического стресса. А заманиха — адаптоген, то есть препарат, повышающий способность организма сопротивляться стрессирующим факторам и бороться с усталостью.

В 1984 году советские медики сравнили эффективность заманихи с активностью других известных адаптогенов: элеутерококка, аралии и лимонника. Они оценивали состояние 665 членов вертолетных экипажей: пилотов, штурманов, механиков и радистов. В течение десяти дней дважды в день вертолетчики принимали настойку или плацебо. Их реакцию, память и внимание тестировали до полета, в течение четверти часа после полета и спустя 1 – 3 часа. Все адаптогены одинаково поддерживали функциональное состояние испытуемых. Так что заманиха высокая оказалась ничем не хуже знаменитого женьшеня.

Клинические испытания проводят и в Китае. Китайские медики подтвердили эффективность эфирного масла против возбудителей кожных микозов, от них излечились 90% пациентов. А прием спиртового экстракта стеблей помог людям, страдающим от сильных суставных болей, они чувствовали себя значительно лучше контрольной группы.

Конечно, заманиха высокая исцеляет не все, но ее препараты полезны. Клиницисты считают их, в первую очередь, стимуляторами нервной системы, поэтому от приема настойки стоит воздержаться людям, которые и так возбуждены. Не стоит пить ее перед сном, и гипертоникам она не полезна, потому что заманиха повышает давление.

Настойка, эфирное масло и сухие корни заманихи становятся все более популярными, и ее активно собирают в лесах, специально не выращивают, хотя некоторые продавцы пишут, что у них есть собственные плантации. Неконтролируемый сбор, ежегодные лесные пожары и сокращение площади лесов привели к тому, что вид попал в Красную книгу РФ. Сейчас его охраняют в нескольких заповедниках Приморья. Необходимо восстанавливать места обитания заманихи и освоить все-таки ее промышленное разведение, что возможно, поскольку *O. elatus* неплохо растет в подмосковных ботанических садах. Имеющееся сырье следует использовать более рационально и не выбрасывать стебли, которые тоже содержат биологически активные вещества.

А еще заманиху используют для приворота, а как – не скажу, потому что метод не проходил клинических испытаний.

Н. Ручкина

КАРЛ САФИНА

В погоне за черепахой:
Путешествие длиной
в 200 миллионов лет
Перевод с английского:
Анна Ландихова
М.: Альпина нон-фикшн,
2023

Морские кожистые черепахи — невероятные существа, словно вышедшие из древних легенд. Их предки бороздили океаны более 200 миллионов лет назад, во времена динозавров. Они приспособились к самым неподходящим и суровым условиям и научились преодолевать гигантские расстояния от тропических областей до полярного круга, ориентируясь по внутреннему компасу и магнитному полю Земли. Они способны выдерживать более низкую температуру, чем большинство рыб, и нырять глубже, чем киты и морские котики. Но сегодня судьба этого стойкого вида во многом зависит от человека. Карл Сафина следует по маршрутам миграции морских черепах — от Калифорнии до Канады и самых отдаленных пляжей Папуа — Новой Гвинеи. Читая эту книгу, вы отправитесь в увлекательное путешествие по водным просторам нашей планеты, на которых разворачивается драма жизни черепах, меч-рыб, акул, китов и людей.



УИЛЬЯМ ЖЕРУ

Корабли-призраки:
Подвиг и трагедия
арктических конвоев
Второй мировой
Перевод с английского:
Заур Мамедьяров
М.: Альпина нон-фикшн,
2023

Четвертого июля 1942 года, когда конвой PQ-17 получил приказ рассеяться, четыре корабля из его состава, отделившись от остальных, направились дальше на север, в опасные арктические льды. Нескончаемый полярный день не давал морякам передышки от налетов бомбардировщиков, по следам судов шли вражеские подводные лодки, а у норвежских берегов стоял готовый выйти наперехват грозный линкор «Тирпиц», самый большой боевой корабль кригсмарине — военно-морских сил Германии. Но остатки PQ-17 продолжали свой путь, чтобы доставить ценные грузы в Советский Союз... В истории печально знаменитого конвоя есть все: необычное место действия, драматичные повороты, моральные дилеммы, героические поступки и политическая интрига на высшем уровне. Чтобы рассказать о судьбе PQ-17, Уильям Жеру тщательно изучил тему конвоев Второй мировой, прочитал дневники, письма и воспоминания их участников, провел десятки интервью, побывал в России, Исландии и Норвегии, а также прошел арктическим маршрутом по Норвежскому, Баренцеву и Белому морям.



АНИЛ СЕТ

Быть собой:
Новая теория сознания
Перевод с английского:
Мария Десяткова
М.: Альпина нон-фикшн,
2023

Что значит «быть собой» — то есть обладать сознательным восприятием окружающего мира и себя в нем? Трудно представить вопрос более захватывающий и трудноразрешимый. Однако современная наука уже выстраивает убедительные биологические теории, объясняющие существование «я».

Профессор нейробиологии Анил Сет приоткрывает окно внутрь нашего сознания и выдвигает радикально новую теорию, согласно которой мы воспринимаем мир не объективно — таким, какой он есть на самом деле, — а непрерывно выстраиваем его в прогнозах и каждую микросекунду корректируем ошибки прогнозирования. Бросая вызов нашим представлениям о восприятии и действительности, теория Анилы Сета играет для нейронауки такую же роль, какую сыграла для эволюционной биологии теория Докинза.



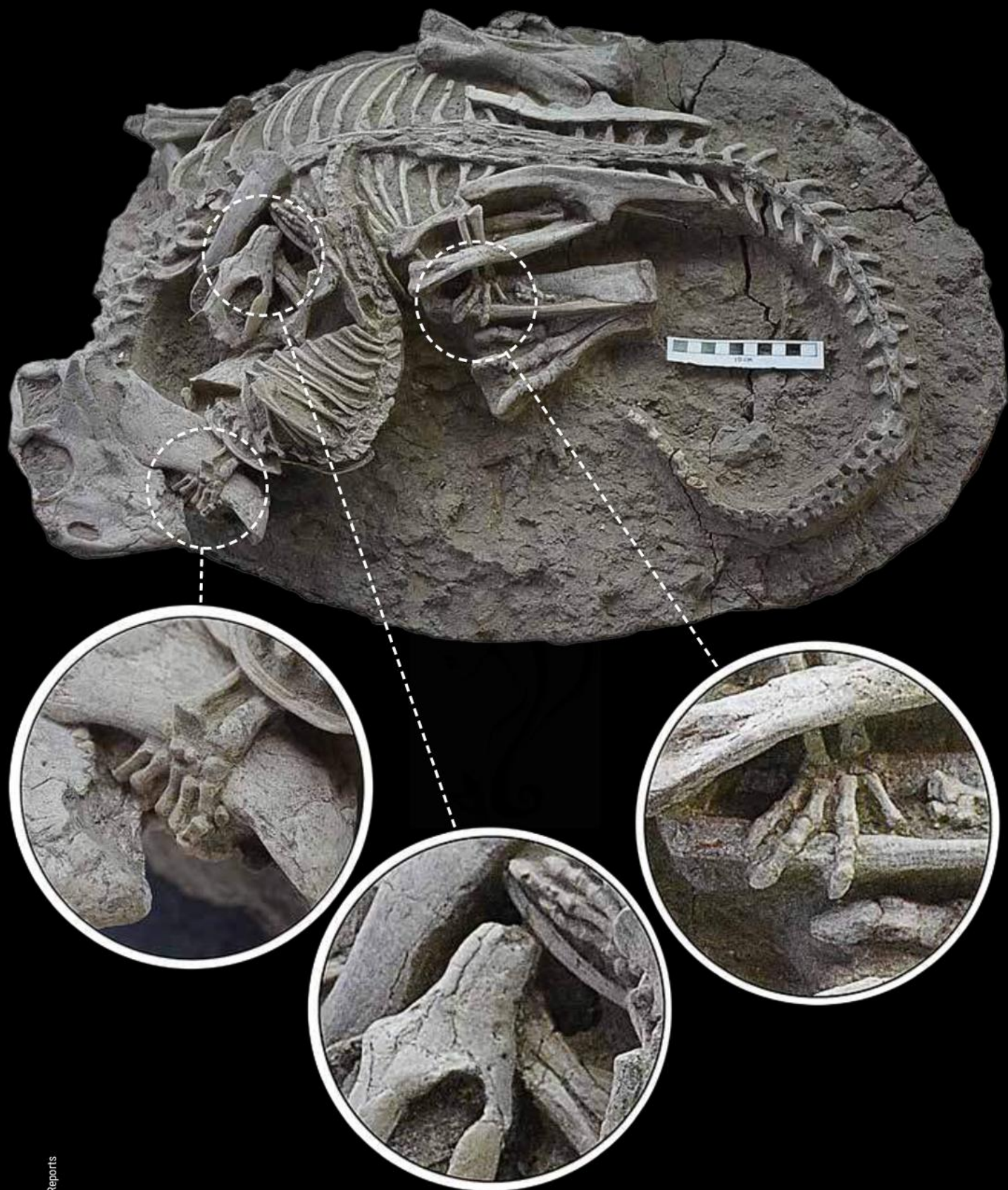
ФРЭНК СНОУДЕН

Эпидемии и общество:
от Черной смерти
до новейших вирусов
Перевод с английского:
Мария Багоцкая,
Павел Купцов
М.: Альпина нон-фикшн,
2023

Историк медицины Фрэнк Сноуден показывает, как массовые инфекционные вспышки формировали общество со времен Черной смерти до наших дней. Автор считает, что для понимания социальных процессов инфекционные заболевания так же важны, как экономические кризисы, войны, революции и демографические изменения. Он рассматривает влияние эпидемий не только на жизни отдельных людей, но и на религию, искусство, становление современной медицины и общественного здравоохранения. Помимо исторического обзора старых врагов человека: оспы, холеры и туберкулеза, Сноуден рассматривает последствия недавних эпидемий ВИЧ/СПИДа, атипичной пневмонии, лихорадки Эбола, COVID-19, делая акцент на проблеме готовности мира к заболеваниям нового поколения.



Подробности на сайте: <https://nonfiction.ru/>



Е. Котина

Драма на охоте

Когда-то в мезозое полуметровое млекопитающее попыталось загрызть двуногого динозавра, который был намного больше него. Но бой навсегда остановило извержение вулкана.

Почти вся информация, которую мы получаем от тех эпох, — это непрерывное пожирание. Но как вам понравилось качество изображения, товарищ Славин?

А. и Б. Стругацкие. Полдень, XXII век

В Китае есть знаменитое место палеонтологических раскопок — геологическая формация Исянь. Там найдено множество прекрасно сохранившихся скелетов удивительных существ, живших на протяжении 1,6 млн лет в меловом периоде (последний период мезозойской эры). Это место называют «Китайскими Помпеями», потому что динозавры и другие животные были убиты во время извержения вулкана. Но это не совсем точная аналогия — извержений было много, формация содержит несколько горизонтов.

В слое Луцзятунь формации Исянь в 2012 году нашли необычную окаменелость — практически полные скелеты млекопитающего и динозавра, живших около 125 млн лет назад. В момент своей безвременной гибели эти двое явно сражались не на жизнь, а на смерть. Находку купил Ган Хань (Хайнаньский профессиональный университет науки и технологий) и в 2020 году подарил ее музею. Он стал первым автором статьи, опубликованной в «Scientific Reports» 18 июля 2023 года, где находка подробно описана.

Добыча и охотник жили примерно 125 млн лет назад. Оба животных маленькие (по стандартам своих видов), очевидно, не вполне взрослые: длина динозавра около 120 см, млекопитающего — 46,7 см.

Луцзятуньский пситтакозавр (*Psittacosaurus lujiatunensis*) — один из самых типичных видов этого слоя: динозавр, ходивший на двух ногах, с характерными отростками на верхней и нижней челюсти, которые делали его морду похожей на клюв попугая («пситтакос» по-гречески «попугай»).



▲ Художественная реконструкция битвы
Автор: Michael Skrepnick | Scientific Reports 13, 11221 (2023)

Млекопитающее — *Repenomamus robustus*, представитель рода репеномам, «рептиломлекопитающих», которых иногда сравнивают с современными тасманийскими дьяволами. Ранее уже находили скелеты *R. robustus* с останками мелких пситтакозавров в животе, но находка 2012 года уникальна тем, что зверь атаковал добычу почти втрое больше себя.

В момент, когда обоих накрыл грязевой поток — смесь воды с раскаленным пеплом, обломками пемзы и других пород, — пситтакозавр лежал на животе, репеномам сверху, причем его передняя лапа вцепилась в нижнюю челюсть жертвы, а задняя — в голень. Зубы репеномамы впились в грудную клетку динозавра. Динамичная картина драки и отсутствие других повреждений у пситтакозавра позволяют сделать вывод, что млекопитающее не поедало мертвого ящера, а пыталось загрызть живую добычу. Хорошая сохранность и полнота скелетов исключают версию о том, что погибшим животным случайно придал такие позы поток вулканической грязи.

Таким образом, можно считать доказанным, что уже 125 млн лет назад млекопитающие представляли угрозу для динозавров. Раньше предполагалось, что на протяжении практически всего мезозоя млекопитающие были мелкими тварями у динозавров под ногами, и действительно, млекопитающее в желудке динозавра — более типичная находка, чем наоборот.

Высказывалась даже гипотеза, что ядовитые шпоры современных утконосов могут быть реликтом того печального для наших древних родичей времени: только ядовитость их и спасала. Но теперь ясно, что реванш млекопитающих начался довольно рано.



Расследование

Доктор химических наук

П.П. Федоров

Культура и мышьяк

Почему возникают и исчезают культуры? Оказывается, иногда по металлургическим и химическим причинам.

В самом конце позапрошлого века, в 1897 году, археолог Н.И. Веселовский раскопал в Адигее Большой Майкопский курган и на следующий год — две новослободенские гробницы. В науку вошла Майкопская археологическая культура. Богатые захоронения с обилием золотых украшений — произведений искусства. Но не это главное, и даже не драгоценности, в которых оригинально сочетаются золото, серебро и сердолики. Главное — металл: мышьяковисто-никелевая бронза и изделия из нее.

Современные датировки указывают на глубокую древность майкопской культуры. Она существовала около 1000 лет, охватывая IV тысячелетие до н. э. Ранее — в V тысячелетии до н. э. — на Балканах существовала другая замечательная культура, характеризующаяся высокой культурой металлургии и металлообработки. Она использовала, помимо золота и серебра, медь, которая выплавлялась в больших количествах из окисленных руд — малахита и азурита.

Однако особый тип полиметаллических месторождений Северного Кавказа позволил местным или пришедшим туда племенам осуществить выплавку из руд совершенно другого — легированного — металла. Это была первая бронза. Судя по всему, процесс, который удалось осуществить, в современной металлургии называется плавкой на штейн. Помимо самого тяжелого металлического слоя, использовавшегося для литья бронзы в форму, образуется расплавленный штейн — слой сульфидов железа, никеля, кобальта. Кроме того, для данного типа руд образуется еще третий слой мышьяковых соединений — шпейза. Получаемая при этом металлическая медь содержит примеси (никель, мышьяк и др.), которые кардинально улучшали механические свойства сплава. За столетия была оптимизирована концентрация примесей.

И это открытие нового функционального материала привело к появлению очень важных — революционных — культурных инноваций. Появились новые инструменты, связанные с деревообработкой: бронзовые втульчатые топоры, долота, тесла, а также мотыги. Появилось холодное оружие: бронзовые кинжалы с ребрами жесткости. В одной гробнице найден даже настоящий меч. Ни у кого

◀ *Этот кувшин нашли в Майкопском кургане Ошад, который открыл в 1897 году профессор Н.И. Веселовский*

такого оружия в то время не было, со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Исходя из формы и размеров кинжалов, можно констатировать чрезвычайную древность обычая ношения кинжалов в кавказской одежде. Судя по захоронениям, именно тогда (шесть тысяч лет назад!) сложилась традиция ношения двух кинжалов — большого и малого. Кроме того, можно сделать вывод, что как боевое искусство поножовщина на несколько тысячелетий старше фехтования.

Кроме того, местные мастера освоили изготовление бронзовых котлов. Появление бронзовых котлов — не менее значимая инновация, чем бронзовых кинжалов. Эта очень сложная технология имела большое социальное значение, так как ставила на новый уровень организацию пиров, которые, судя по всему, входили в круг неотъемлемых обязанностей «больших людей» племени. Организация пиров переходит на новый уровень — в том числе, с точки зрения кулинарии. Не зря котлы вместе с кинжалами помещали в гробницы.

Еще одна важная деталь, которая была выяснена в процессе археологических раскопок: мастера майкопской культуры изобрели бронзовые спирали, которые вставляли в ноздри быкам. Это позволило решить проблему управления могучими животными, что обеспечило тягловую силу и, возможно, использование их в кавалерии. Этот прием управления быками используется до сих пор, хотя форма (кольца) и металл, из которого их делают, изменился.

Ну и нельзя не отметить высокий уровень ювелиров и златокузнецов, и изобретение нового, неведомого ранее типа украшений, сочетающих металл (золото, серебро) с полудрагоценными камнями (сердоликом).

Таким образом, в IV тысячелетии до н. э. Кавказ стал одним из важнейших центров развития металлургии и металлообработки на земле, задолго до становления государств Шумера и Древнего Египта. Ни одна синхронная культура Передней Азии и Европы не обладала таким набором бронзового оружия, орудий труда, быта и металлической посуды, включая изделия из золота. Попутно заметим, что не легендарный китаец Чи Ю стал первым изготавливать оружие из металла. Впервые это сделал безвестный житель Северного Кавказа. В Китае бронза появилась на пару тысячелетий позже. Носителями майкопской культурной общности, по-видимому, стали разные народы, племена разного происхождения, разной культуры, как местные, так и пришедшие с юга (возможно, предки абхазов) и с запада. Их всех объединил металл.

В этой связи встает проблема языка. Языковеды методами компаративистики реконструируют прасеверокавказский язык, в котором насчитывается семь разных терминов для обозначения металлов. С учетом сплавов кандидатом на привязку в пространстве — времени рассматривается более древняя культура Балкан V тысячелетия до н. э. Однако майкопская культурная общность

характеризуется, по крайней мере, уже названными инновациями. Если для них удастся реконструировать соответствующие термины, родина прасеверокавказских языков естественно переместится на предгорья Кавказа; тут слово за лингвистами.

Очевидно, что технические инновации привели к существенному изменению социальной структуры общества, формированию военной аристократии, вождей (именно их хоронили в курганах), зарождению жречества. Очень интересен вопрос о социальном статусе кузнецов, которые, судя по археологическим данным, жили отдельно и вне поселений.

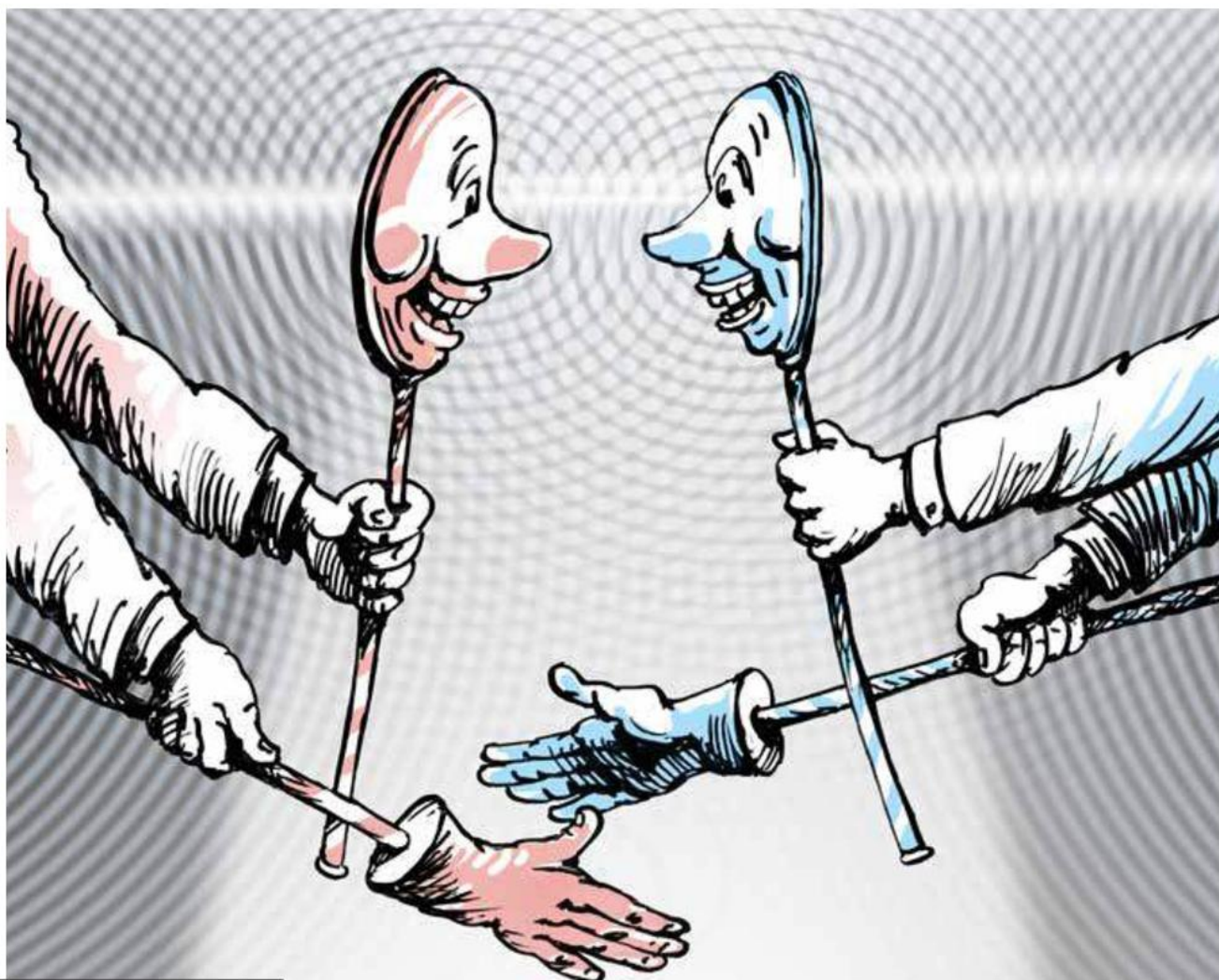
Но эта блестящая культура, просуществовав почти тысячу лет, исчезла. Почему? Наверное, это было вызвано совокупностью разных причин. Но одна из них носила химический характер.

Характерная черта металлургического процесса получения мышьяковистой бронзы — чрезвычайная ядовитость. При восстановлении сульфидных руд образуются пары двуокиси серы — это яд. Однако основная токсичная примесь — мышьяк, он нарушает работу нескольких сотен ферментов в организме человека, следствие — нарушение работы головного мозга, кишечника, желудка, респираторного аппарата, почек, системы кроветворения, сердечно-сосудистых структур. Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе для мышьяка составляет 0,5 мг/м³. Работают с мышьяком в герметичных боксах, используя защитную спецодежду. Из-за высокой токсичности соединения мышьяка применялись как отравляющие вещества в Первую мировую войну. В тридцатых годах XX века северокавказские полиметаллические руды, содержащие мышьяк, были использованы для получения первого советского кобальта. Однако сейчас с ними никто не работает — именно из-за ядовитости процесса и невозможности соблюдения требований техники безопасности.

Выпустив из бутылки мышьякового джинна, майкопцы, наряду с огромными преимуществами, получили комплекс проблем. Крайняя ядовитость процесса делала жизнь кузнецов короткой, было труднее передать навыки ученикам. Далее, М. Харпер полагает, что хромота мифологических богов — кузнецов (греческий Гефест, римский Вулкан, германо-скандинавский Вёлунд, финский Ильмаринен) есть далекий отголосок дистрофии ног, одного из следствий отравления мышьяком.

При этом неизбежно происходило хроническое отравление мышьяком всей популяции как через питьевую воду, так и, в первую очередь, через котлы из мышьяковистой бронзы. Аналогично тому, что, как считается, одной из причин падения Рима является хроническое отравление его жителей свинцом от водопроводных труб. Сырье, дающее бронзу, было причиной расцвета майкопской культурной общности, и оно же стало одной из причин упадка и исчезновения этой блестящей культуры.

Дальнейшее развитие металлургии бронзового века было связано с открытием нового типа бронзы, содержащей присадки олова (а также и других примесей) к меди. К счастью, процесс получения таких сплавов существенно менее ядовит.



Наука и общество

Иллюстрация Александра Куку

Смеются все!

Все люди смеются, в какой бы стране ни жили. Мы можем весьма уверенно предположить, что смеются даже представители затерянных амазонских племен, с которыми почти никто не общался. Наша уверенность основана на том, что мы никогда не слышали о группах людей, которые не смеются или, что более существенно, не могут, этого делать.

Во всех известных сообществах смеются очень похоже. Любой человек, услышав аудиозапись чужого смеха, поймет, что это именно смех, причем для узнавания достаточно всего одной секунды. Даже электронные устройства, обученные распознавать смех, выделять его из человеческой речи, произнесенной на каком-то определенном языке, успешно справляются с этой задачей при смене языка.

Смех — это универсальный элемент человеческого общения, такой же, как плач, крик или стон. Он бывает разным: радостным, горьким, смущенным, торжествующим. А еще смех неразрывно связан с шуткой, и вот тут начинаются

сложности, потому что в разных народах и даже в разных группах свое чувство юмора и свои шутки.

Дать определение юмору довольно сложно. Можно, например, предположить, что это один из сигналов, приглашающих к общению. Сигнал этот неявный, расшифровать его могут только люди, обладающие необходимой информацией, то есть способные понять шутку. За ее правильную интерпретацию полагается награда — смех, а награда мотивирует общаться, причем подбирать таких социальных партнеров, которые поймут шутку, то есть разделяют наши убеждения и мировоззрения.

Одних искренне порадует анекдот, требующий хорошего знания шумерской мифологии, другие по достоинству оценят пинок, отвешенный наклонившемуся прохожему. Таким образом люди не только подбирают партнеров для общения, но и поддерживают с ними связь. Вот почему друзья часто подшучивают друг над другом. Другими словами, роль смеха и юмора в разных культурах сходны, однако культурные факторы определяют различия в содержании шуток.

Разумеется, не все так просто. Одна из причин того, что смех, как и другие невербальные звуки человека, встречается повсеместно, заключается в том, что они произошли непосредственно от поведения наших предков. Однако же человек обладает еще и речью, он контролирует звуки, которые издает, поэтому может произвольно смеяться, кричать и плакать, не испытывая при этом соответствующих эмоций. Это значит, что он может обмануть, например рассмеяться шутке, которую не понял, и сойти таким образом за своего. Но этот обман, как и любой другой, может быть раскрыт.

Несколько лет назад международная группа исследователей под руководством Грегори Брайанта (Gregory Bryant), профессора и заведующего кафедрой коммуникаций Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе, проверила, умеют ли люди отличать искренний (спонтанный) смех от произвольного. Почти 900 испытуемых из разных стран прослушали 36 записей смеха длительно-стью одну секунду. Записи сделали во время разговора двух подруг или в лаборатории, по команде «а теперь смейся».

Испытуемые правильно определяли типы смеха в 56–69% случаев. При этом оказалось, что жители маленьких деревень чаще классифицировали смех как фальшивый. Одно из объяснений заключается в том, что, проводя большую часть времени в замкнутом сообществе, общаясь постоянно с одними и теми же людьми, они более чувствительны к проявлению чужих эмоций. Возможно, они более подозрительны, потому что цена ошибки для них гораздо выше, чем в крупных городах, где люди часто взаимодействуют с незнакомцами: поговорили и разошлись навсегда. Между прочим, жители маленьких поселений определяли смех, записанный в процессе трепа американских студентов, как произвольный.

Сами исследователи не могут с уверенностью сказать, какой смех искренний, а какой произвольный. Они, конечно, знают, какие записи давали прослушивать испытуемым, но ведь и смешки, записанные во время дружеской беседы, могли быть фальшивыми. То есть они служили для выражения дружеской симпатии, но порождены не искренней эмоцией, а холодной волей смеющегося. Чтобы с гарантией отличить спонтанный и произвольный смех, необходимо проанализировать изображения работающего мозга. При спонтанных звуках, выражающих эмоции, задействованы одни области мозга, при произвольном смехе — другие, участвующие в произнесении слов.

В другом эксперименте Грегори Брайант с соавторами просили испытуемых (966 человек из 24 различных сообществ, от студентов до представителей племен охотников и собирателей) прослушать смех двух людей, записанный в ходе беседы, и сказать, кто, по их мнению, смеялся: друзья или случайные встречные, и как говорящие относятся друг к другу. В целом испытуемые правильно классифицировали пары друзей и незнакомцев с частотой от 53 до 67%. Они также утверждали, что ожидаемо, что друзья относятся друг к другу с большей теплотой, чем случайные собеседники. Как ни странно, представители всех без исключения культур, точнее определяли дружеские пары, если смеялись две женщины, а не двое мужчин или мужчи-

на и женщина. И все испытуемые оценили привязанность подруг как более сильную, чем привязанность в мужских или смешанных парах.

Образцы смеха, которые участники оценивали как спонтанные и дружественные, имели общие особенности. Они отличались менее регулярными циклами высоты тона и интенсивности. Вполне вероятно, что спонтанный смех более распространен среди друзей, чем среди незнакомцев, а возбуждение, которое при этом возникает, влияет на частотные характеристики. Эту связь между аффектом и теплыми отношениями все хорошо распознают.

Смех в беседе выполняет и другие функции, важные для социальных взаимодействий. Смех как проявление смущения, желания пообщаться, иронии присущ носителям разных языков — французского, североазиатского и английского. Определенные культурные различия, конечно, есть, но они несущественны. Французы, немцы и китайцы, говорящие на североазиатском диалекте, смену темы разговора часто сопровождают смехом.

В 2009 году Лаура Гавиоли (Laura Gavioli), профессор Болонского университета, сравнила поведение продавцов итальянских и английских книжных магазинов. В обеих странах они часто смеются, сообщая неприятную новость, например о том, что нужная книга в магазине закончилась. Однако англичане чаще рассмеются в начале своего рассказа, итальянцы — в конце, когда сообщают клиентам, что они могут оставить заявку на книгу или решить проблему каким-то иным образом. Англичане чаще предваряют смехом перемену темы, в Италии смех сопровождает ее конец, оставляя возможность для дальнейшего обсуждения.

В целом, смех, по-видимому, организует беседу. Несмотря на объяснимые культурные различия, он зачастую служит универсальным средством коммуникации, которое понятнее всяких других восклицаний. Люди во всем мире могут делать точные, социально значимые выводы, прослушав чужой смех буквально секунду.

Недавно британские и американские исследователи под руководством нейробиолога из Королевского колледжа Лондона Софи Скотт (Sophie Scott) установили, что британцы и представители африканского народа химба безошибочно идентифицировали смех друг друга как признак удовольствия, хотя другие звуки, обычно сопровождающие положительные эмоции, они у представителей иного народа не распознают.

К сожалению, исследований, посвященных этой проблеме, мало. Грегори Брайант и его аспирантка Констанс Бейнбридж (Constance Bainbridge) предполагают, что произвольный смех в разговоре должен быть более вариативным у носителей разных языков, чем спонтанный смех, вызываемый эволюционно законсервированной системой голосового выражения эмоций. Они также полагают, что проявление смеха в разговоре очень сильно зависит и от разницы между культурами разных стран, и от культурного уровня представителей одной страны. Однако многое понятно и без перевода. Исследователи считают, что изучение спонтанного и произвольного смеха поможет решить многие важные вопросы человеческого голосового общения в разных культурах.

Н. Анина



Алексей Бурштейн

Иллюстрация Сергея Дергачева

Серая карусель

Ключи привычно звякнули о полку, скрипнул пристроенный под ней портфель. Квартира встретила Виктора темнотой, затхлой сыростью и сводящей с ума неравномерной каплей из крана в ванной комнате.

Виктор стянул тяжелые ботинки, вставил уставшие ноги в пушистые домашние тапочки, швырнул пальто на крюк вешалки, похожий на лапу замурованного в стене зомби, и прошел в одну из двух опостылевших комнат. Не глядя нашарил на журнальном столике пульт телевизора, нажал на кнопку — квартира осветилась синеватым светом экрана, забормотали говорящие головы.

Щелкнул выключатель на стене, вспыхнула флуоресцентная лампа, с безжалостной честностью залил мертвенным сиянием унылую обстановку холостяцкой берлоги: продавленный диван, свалившуюся под стол пепельницу и торчащую из-под дивана коробку с изображением пиццы. Улыбка на картонке выглядела злобным оскалом.

Очередной пустой и бессмысленный вечер.

Виктор с точностью до минуты знал, как его проведет. Сначала он сядет на диван, прямиком в старую продавленную вмятину, забросит ноги на журнальный столик и час с четвертью станет бездумно таращиться в телевизор, ожидая, пока перестанут гудеть натруженные ноги. Затем отправится на кухню и сделает себе нехитрый ужин — сварит треть пачки макарон и несколько сосисок. Или полпакета пельменей. Или гречку с каким-нибудь полуфабрикатом из морозилки. И поест здесь же, на кухне, слушая в фоновом режиме болтовню телевизора из комнаты и обдумывая завтрашние рабочие задачи. Поужинав, вымоет посуду, поставит ее на сушилку и закончит точно к прогнозу погоды. Посмотрев прогноз погоды, единственную передачу, которую он считал действительно полезной, выключит телевизор, ополоснется в душе, высушит несколькими взмахами фена короткий ежик седеющих волос, приготовит одежду на завтра и ляжет спать. Весь процесс, от водружения ног на столик и до укладывания их под одеяло, займет ровно два часа и тридцать семь минут.

А завтра будет новый день — точно такой же, как сегодня, вчера и позавчера. И послезавтра — тоже. Потом придут выходные, и он, как обычно, составит кучу планов, подготовит список мест, которые хотел бы посетить, но безбожно проспит и потратит остаток выходных на стирку, глажку, уборку и подготовку квартиры к следующей рабочей неделе. День за днем, месяц за месяцем, год за годом. Только прибавлялось седых волос, удлинялись залысины да рос живот.

Живот, кстати, он решил согнать в спортзале, но не смог найти в своем загруженном расписании полтора часа на занятия спортом.

Иногда по вечерам на пороге собственной квартиры Виктору казалось, что во мраке комнат скрывается что-то бесконечно чуждое, враждебное — что-то, что потихоньку откусывает от его жизни кусочек за кусочком. В такие дни Виктор замирал у двери, пытаясь уловить чужое дыхание, блеск глаз или стук сердца. Но тщетно — каждый раз квартира оказывалась пустой. Если в ней и скрывался монстр, то никак себя не выдавал. В какой-то момент даже стало обидно за свою паранойю: можно пережить равнодушие любимого человека, вероломство приятеля, но, когда тебя игнорируют даже враги, — это повод для депрессии.

В полном соответствии с ритуалом Виктор прошел в гостиную, уселся на заскрипевший под его весом диван и забросил ноги на журнальный столик, давая отдых уставшим икрам. В телевизоре примерно равные по численности группы пытались перекричать друг друга, отстаивая диаметрально противоположные и одинаково бессмысленные точки зрения. Бесцельный вечер начался.

Раздался негромкий «дзынь» смартфона. Виктор уставился на пришедшее сообщение:

«Почтовое отправление с регистрационным номером LN9212876014CN, адресованное Виктору Костенко, доставлено в пункт выдачи «Пиццерия папы Джона», ул. Моховая, стр. 17, с. Терновое. Чтобы уточнить часы работы пункта выдачи, нажмите [здесь](#). Чтобы выбрать другую опцию доставки, нажмите [здесь](#)».

Виктор нахмурился. В последний раз он заказывал что-либо в Китае месяца три назад. Он хорошо помнил, что пункт выдачи, в который прибыла тогда посылка, находился в соседнем доме. Может быть, пришло что-то, задержавшееся в пути? Так, сходу, ни один заказ, который мог бы задержаться на столько месяцев, не припоминался.

Но почему посылка пришла в село Терновое? Впрочем, ничего удивительного: почта есть почта, удобство клиентов — не их цель. Хорошо еще, что его вообще поставили в известность о прибытии посылки.

Виктор ткнул пальцем в одну из ссылок в сообщении. Загрузился куцый сайт, предлагающий за небольшую сумму доставку курьером прямо на дом. Окрыленный Виктор немедленно на это согласился, после чего на следующей странице был огорошен известием, что доставка курьером невозможна,

поскольку пункт выдачи и адрес доставки находятся в разных городах.

В витиеватых выражениях Виктор выразил свое отношение к почтовой службе и к курьерам доставки. К последним — совершенно незаслуженно.

— И где вообще это Терновое? — спросил Виктор вслух, отключая звук телевизора. — О'кей, Гугл, открой-ка мне карту.

Десять минут спустя все стало только запутаннее. Видимо, оригинальность у предков была не в чести, поэтому сел и поселков с названием «Терновое» было хоть пруд пруди. Посылка могла быть в любом из них. Кстати, водоемов и озер с названием «Терновое» тоже было немало.

— Популярный топоним, — пожаловался Виктор онемевшему телевизору. — Но ничего, у меня найдется на него управа!

Сайт международного отслеживания посылок 17track получал сведения из внутренних баз данных почтовых служб, и там можно было отследить маршрут перемещения посылки. А по цепочке сортировочных центров — выяснить, в каком регионе находится искомое село Терновое.

Сайт выдал сообщение: «Идентификатор не найден».

— Как же «не найден», когда вот он?!

«Идентификатор не найден», — издевательски настаивал сайт.

— Ладно, — закусил губу Виктор. — А как насчет этого?

Он вернулся к эсэмэске и ткнул пальцем в первую ссылку, чтобы узнать часы работы пункта выдачи в надежде, что там будет указан подробный адрес. Снова загрузился сайт почтовой службы: «Идентификатор не найден».

— То есть как это «не найден»?! А если я поищу через статус доставки?

«Идентификатор не найден».

— А если через ожидаемые посылки, предназначенные для владельца телефона?

«Новых посылок не ожидается. Чтобы просмотреть уже полученные посылки, нажмите [здесь](#)».

Виктор отложил телефон и задумался.

Телефон на посылке указан правильный, иначе эсэмэска не пришла бы. Значит, какой-то идентификатор у посылки все-таки есть. Так почему же вдруг «идентификатор не найден»?! Раз компьютер прислал сообщение, значит, статус посылки изменился с «в процессе доставки» на «готова к выдаче». Иначе как без идентификатора компьютер определит, о какой посылке речь? В конце концов, откуда-то ведь взялась эта последовательность букв и цифр в эсэмэске!

Придется звонить на почту и там выяснять, что это за неидентифицируемая посылка такая и почему она оказалась в Терновом.

Виктор встал с дивана и выключил телевизор. Сегодняшний ужин он решил готовить в тишине.

Спасибо, что позвонили в службу розыска посылок. Ваш звонок очень важен для нас. Подождите на линии, и вам ответит первый освободившийся оператор.

Виктор бросил взгляд на телефон, дисплей которого отсчитывал двадцать четвертую минуту соединения, и продолжил терзать клавиатуру офисного компа под еле слышную мелодию бессмертного произведения «К Элизе», доносящуюся из телефонного динамика.

— Оператор Наталья. Здравствуйте. Чем могу вам помочь?

Виктор подхватил телефон.

— Наталья? Здравствуйте. Я получил сообщение, что моя посылка прибыла в пункт выдачи, но, кажется, была доставлена в другой населенный пункт...

— Идентификатор посылки?

Виктор продиктовал последовательность букв и цифр. Наталья затихла.

— Что-то не так с базой данных, — наконец ответила она. — Поиск занимает слишком много времени. Обычно я получаю ответ мгновенно... — Виктор приготовился ждать: «мгновенно» в терминах почты означало что угодно, вплоть до двух недель. — Сожалею, у нас упала база данных, — нарушила молчание Наталья. — Простите, ничем не могу помочь.

«И почему я не удивлен?» — мысленно спросил Виктор мироздание. Мироздание не ответило.

— Так что мне делать с посылкой?

— В сообщении, которое вы получили, есть адрес пункта выдачи. Можете отправиться туда и забрать ее.

— Куда? Ее доставили в какое-то село, и я даже не знаю, в какое именно: сел с таким названием десять штук только в Википедии. И бог знает сколько тех, которые в Википедии не упомянуты! А я не живу ни в одном из них и вообще узнал об их существовании только из сообщения!

— Так зачем вы просили отправить посылку на неизвестный вам адрес?

— Это ваших почтальонов нужно спросить, зачем они доставили посылку по адресу, которого на ней не было!

Девушка попыталась переварить эту тираду и не справилась.

— Увы, базу данных будут чинить несколько часов, не меньше, — с виноватой интонацией ответила она. — Попробуйте позвонить завтра.

Виктор выдержал небольшую паузу, перебарывая раздражение.

— Простите, что я на вас сорвался. Я понимаю, что это не вы решаете, куда какую посылку направить. Спасибо за то, что выслушали. Хорошего вам дня. — Виктор завершил вызов и устался на телефон невидящим взглядом.

Какой информацией он располагает?

Идентификатор посылки. Он, очевидно, создан с нарушением каких-то правил, поэтому ни один сайт

проследить эту посылку не может. Более того, внешне обычный идентификатор, похоже, складывается в какую-то последовательность команд, которые обрабатывают базу данных.

По идентификатору понятно, что посылка прибыла из Китая. Виктор уже просмотрел историю своих покупок на тех сайтах, где заказывал товары обычно, и не нашел там ни одной недоставленной покупки. Значит, это была какая-то разовая покупка. На одном из случайных сайтов. Иными словами, товар был очень редким, ценным и крайне нужным, раз уж он, Виктор, решил ввести данные своей кредитки на непроверенном сайте. Следовательно, ему *нужна* эта посылка. Он не может просто отмахнуться от нее и позволить ей вернуться к отправителю.

Еще среди известных сведений есть название точки выдачи — «Пиццерия папы Джона» на улице Моховой, дом семнадцать. Каков шанс, что в нескольких селах под названием «Терновое» будет Моховая улица, в семнадцатом доме которой расположена «Пиццерия папы Джона»?

Виктор отодвинул телефон и подтянул к себе клавиатуру.

Вечер закончился, не успев стать бессмысленным. Глубоко погружившийся в поиски Виктор ушел с работы, только когда охранники пригрозили запереть его в здании. По пути домой в полупустом вагоне метро он продолжал размышлять о найденных фактах. Не выдержав напряжения, вместо того чтобы идти в постылую квартиру, Виктор зашел в недорогой ресторанчик, заказал быстрый, но сытный ужин, съел его, совершенно не ощущая вкуса, и исчеркал три салфетки карандашными надписями.

Гугл знал всего три села под названием «Терновое» с улицей Моховой. В одном из них на улице Моховой располагалась пиццерия. Однако она находилась не в доме номер семнадцать и не называлась «Пиццерия папы Джона».

Сайт почтовой службы знал семнадцать сел под названием «Терновое», но ни в одном из них не было пункта выдачи посылок в пиццерию. Виктор не поленился написать скрипт, который вытащил из сайта почты названия всех пунктов выдачи, которые только есть. Судя по полученным данным, во всей стране не существовало пункта выдачи в «Пиццерию папы Джона». Но когда скрипт поработал с архивной копией сайта, такой пункт выдачи обнаружился.

Последующий поиск в Интернете обнаружил блог заведения «Пиццерия папы Джона» из села Терновое, в котором хозяин выкладывал аппетитные фотографии титульного блюда. Последняя запись в этом блоге была четырехлетней давности.

В базах данных санитарной службы нашлась лицензия, выданная «Пиццерии папы Джона» с улицы Моховой на производство продуктов питания и торговлю ими. Срок действия лицензии истек три с половиной года назад.

Виктор позвонил однокурснику, работавшему в налоговой, и тот по старой дружбе пошерстил в своих базах данных. Предприятие общественного питания «Пиццерия папы Джона» действительно существовало в одном из сел под названием «Терновое» на улице Моховой в доме номер семнадцать и аккуратно платило налоги, пока не закрылось четыре года назад.

Еще две проверки принесли тот же результат: «Пиццерии папы Джона» уже четыре года как не существовало в природе. Когда-то в ней действительно был пункт выдачи посылок, но это было давно. Виктор даже нашел номер телефона этой пиццерии и тут же по нему позвонил, только чтобы узнать, что номер не обслуживается.

Дома Виктор сел за пыльный письменный стол, достал из кармана смятые и исчерканные карандашом салфетки и при воспаленном свете настольной лампы аккуратно выписал всю найденную информацию на чистый лист. Получалось, что посылка с невозможным идентификатором ждет своего получателя в пункте выдачи, уже много лет как не существующем.

Виктор перепроверил дату отправления сообщения — дата была вчерашней.

Узнать, была ли это просто ошибка сервера, рассылающего уведомления, можно только одним способом. Виктор написал начальству, что не сможет выйти на работу по причине плохого самочувствия, и заснул сном младенца, едва дойдя до кровати.

Виктор потянулся, разминая мышцы после много часового сидения в электричке, прошел через небольшой, но чистый зал ожидания и сквозь высокие двойные двери вышел на привокзальную площадь. На этой площади располагался также автовокзал, обслуживая тех, кому предстояло продолжить свой путь в автобусе. Несколько автобусов стояли чуть поодаль. Рядом с ними, периодически поглядывая на часы, балагурили мужики — очевидно, водители. У стены вокзала притулилась скромная будочка кассы. Виктор положил на лоток купюру, наклонился к окошечку и постучал, отрывая человека внутри будочки от сканворда.

— Один билет до Тернового, пожалуйста. На сегодня. В оба конца.

Кассир — пожилой мужчина с растрепанными волосами, в инвалидном кресле на электрическом ходу — аккуратно свернул брошюру сканвордов, бросил на Виктора оценивающий взгляд:

— Вы уверены?

— А что, поездка в Терновое такое уж необычное дело? Туда никто не ездит? Там люди пропадают? Или посылки?

— Да нет, местные-то ездят часто. Но вы ж не местные.

Уязвленный Виктор вскинул бровь:

— Не подтверждая и не опровергая ваше утверждение... У местных что, рога или хвосты растут? С чего вы взяли, что я не местный? Может, я всю жизнь в соседнем Пинай-Лягушкове жил и вот теперь выбрался посмотреть соседние места. Решив начать с Тернового.

Кассир был явно не против поболтать, благо, очереди в кассу не было. Он выставил на прилавок табличку «Перерыв», сноровисто открыл дверь своей каморки и выкатился на мокрый от недавнего дождя бульвар, управляя креслом при помощи джойстика.

— У нас многие имеют свои машины, — начал кассир, разминая между пальцами тонкую сигарету. — Это логично: с парковкой проблем нет. — Инвалид обвел сигаретой почти пустую привокзальную площадь. — Бензин недорогой, подержанные машины тоже дешевы, а уж починить престарелую ласточку может любой механизатор. Еще и денег не возьмет, у местного-то. Потом сочтутся. В машинах полагается сидеть. Те, у кого машин нет, пользуются общественным транспортом, но раз уж таких людей немного, то и в общественном транспорте достаточно свободных мест, чтобы никому не надо было стоять. То есть когда у нас здесь люди передвигаются, они сидят. — Щелкнула зажигалка, кассир втянул дым и откинул голову, смакуя первую затяжку. — Но если попробовать сидеть в пальто, то оно либо безбожно изомнется, либо испачкается. Можно, конечно, снимать его и держать в руках во время поездки, но, если человек так сделает, он неизбежно озябнет: в наших автобусах не топят. А теперь посмотрите вокруг. Вы хоть кого-нибудь в пальто видите? А в брюках?

Виктор огляделся. В самом деле, мужчины в поле зрения носили в основном потертые джинсы и нейлоновые куртки. У некоторых были неплохие кожанки.

— Но вы — в пальто. Значит, привыкли ездить общественным транспортом. Только не здесь, а в столице, где общественный транспорт забит до отказа и вы изначально не рассчитываете на свободное место. А еще на вас брюки. Значит, работаете там, где соблюдается дресс-код. Или же вы просто старомодны, — подмигнул Виктору кассир. — У нас в провинции просто нет таких должностей, на которых человеку нужно являться на работу в брюках и при этом ездить в общественном транспорте. Как бы то ни было, ваш выбор одежды однозначно утверждает, что вы не местный, а приехали к нам из столицы.

Виктор потрясенно слушал детектива из кассы провинциального автовокзала. Кассир глубоко затянулся и выдохнул сизый дым. Против желания Виктор принял: запах сигареты не имел ничего общего с обычной табачной вонью, а напоминал об осенних кострах, когда жгут опавшую листву.

— При этом у вас нет багажа, да и билет попросили на сегодня в оба конца. Из чего следует, что вы приехали сюда на один день. Ну или думаете, что приехали на один день. Я прав?

— До последнего слова, — подтвердил Виктор.

— Так можно поинтересоваться, что за посылка позвала вас в Терновое?

— Посылка? Ах да, я же сам сболтнул о посылке. Мне пришло сообщение: мол, меня ждет какая-то бандероль в пункте выдачи в этом селе.

— Вот как?

— Да, в «Пиццерии папы Джона».

— Как же, помню, помню. Хорошая пиццерия, дизайн неплохой, еда отменная, и чисто там всегда. Было. Она ведь закрылась. Уж много лет назад. Я слышал, что хозяин не выдержал конкуренции с «Домино'с». В том помещении теперь страховое агентство.

Виктор достал сотовый телефон и показал сообщение. Кассир, чтоб не мусорить, вынул из кармана куртки кулечек из фольги, стряхнул в него пепел и озадаченно почесал в затылке.

— Ну, тогда вам вон на тот автобус, — ткнул он сигаретой в «Вольво» горчично-желтой расцветки, потянулся к окошку и вытянул из него бумажный квадратик. — Вот билет. В оба конца, как просили, и по сумме получается без сдачи. Желаю вам найти вашу посылку.

Виктор пожелал кассиру хорошего дня и направился к автобусу. Водитель проверил билет, предложил выбрать любое свободное место в полупустом салоне и закрыл двери.

— Ну надо же, — покачал головой кассир, гася сигарету и выбрасывая окурочку вместе с самодельной пепельницей в урну, — еще один за посылкой. У сортировщиков что, договор с терновской гостиницей?

Н а залитой солнцем табличке крупными печатными буквами было выведено: «ул. Моховая, 16». Виктор перевел взгляд ниже, на неоновые буквы «Цветы», и потянул на себя дверь. Мелодично звякнул колокольчик.

— Да-да, я уже иду, — послышался из глубины магазинчика женский голос.

Виктор аккуратно, стараясь не задевать расставленные на прилавках по обе стороны узкого прохода букеты, прошел к кассе и замер. Из-за двери служебного помещения вывернулась продавщица, девушка лет двадцати в голубом переднике поверх простого платья.

— Добрый день, чем могу помочь? Ищете букет на годовщину, на свидание, собираетесь поздравить с днем рождения воспитательницу ребенка? Или провинились в чем-то и надеетесь, что цветы спасут вас от головной боли? Насчет последнего — цветы гарантий не дают, но, по-моему, попробовать стоит!

— Я... — Виктор вдруг обнаружил, что ему сложно собраться с мыслями: серо-зеленые с искорками глаза девушки и ее убранные в хвост русые волосы мешали ему сосредоточиться. — Мне бы посылку получить.

— О, это отличная причина для покупки букета, — кивнула девушка, — но не в нашем захолустье. У нас посылки Семен выдает. Вы, конечно, можете отблагодарить его за заботу о вашей посылке букетом цветов, но, думаю, он не оценит этот жест. Он не настолько подвержен столичной моде, чтобы принимать цветы от мужчин.

— Это пальто делает из меня белую ворону! — Виктор демонстративно снял его с себя и перебросил через руку. — Да, я из столицы. Получил сообщение, что моя посылка почему-то прибыла сюда, в Терновое. Якобы я могу получить ее в «Пиццерии папы Джона», но эта

пиццерия давно закрылась, не выдержав конкуренции с «Домино'с», и где искать посылку, я не знаю. Хотел спросить, есть ли здесь кто-нибудь, кто может объяснить, что творится с пунктом выдачи. Вот этот Семен — как его найти?

За его спиной звякнул колокольчик, по плечам Виктора прошелся холодный сквозняк — кто-то открыл дверь и вошел.

— О, — девушка перевела взгляд на вошедшего, — глядите-ка, кто пожаловал! А ты знаешь, что твоя пиццерия закрылась?

— Серьезно?! — широкоплечий парень с открытым добрым лицом изобразил наигранное удивление.

— Совершенно точно, — кивнула девушка. — Не выдержала конкуренции. Тебя сеть «Домино'с» задемпинговала, так и знай.

— Ну надо же, — покачал головой парень, — век живи, век учись. А как именно она меня задемпинговала, если ни одного ее отделения поблизости вообще нет?

Пока эти двое перешучивались, Виктор внимательно рассматривал парня.

— Вы Джон? Владелец «Пиццерии папы Джона»?

— Вообще-то меня Ваней зовут, но в остальном верно. Я сначала хотел назвать пиццерию на итальянский манер, но Таня, — Иван кивнул на продавщицу, — сказала, что, если я назову свое заведение «У Папы Иоанна», мне придется носить тиару. Я погуглил, она два килограмма весит. Поэтому предпочел английскую версию имени.

— И ваша пиццерия работает?

Ваня раздвинул занавески на окне и посмотрел на соседнее здание.

— Ну, как сказать... Пиццерия работает, персонал — нет. Вон, видите, Настя, официантка, опять кассиру Семену глазки строит. А Дима, курьер, их обоих подначивает. Ничего, пусть поболтают, скоро начнется час пик, и тогда им всем не до разговоров будет.

Виктор тоже наклонился к окну. Вывеска «Пиццерия папы Джона», умытая недавним дождем, просто сверкала. Короткая труба слабо дымилась — пицца наверняка выпекалась в настоящей печи. У выставленных наружу столиков под зонтиками девчонка перебрасывалась фразами с парнем, опирающимся на мотороллер с логотипом пиццерии.

— Танечка, можешь, пожалуйста, шесть букетов организовать? — попросил Иван, пока Виктор разглядывал сквозь стекло пиццерию. — Вы извините, что я поперед вас заказываю, но мне надо на столы что-нибудь красивое поставить. Скоро люди начнут приходить, они после работы, уставшие, хотелось бы их красотой порадовать.

— Никаких проблем, — отмахнулся Виктор, опуская тюлевую занавеску. — Мне, в общем, к вам и надо. У вас моя посылка лежит.

— Виктор Костенко? — Иван протянул широкую руку. — Рад познакомиться! Идемте, я отдам вам посылку, пока Танечка над букетами колдует.

Виктор направился к выходу. У самых дверей Иван задержал его, взяв под локоть:

— Тут осторожнее надо.

— Да я, вообще-то, умею через пороги переступать, — буркнул Виктор.

— В этом я не сомневаюсь. Просто если я не буду вас за руку держать...

Вышли на улицу. Был ранний теплый вечер. Виктор остановился на крыльце, полной грудью вдохнул наполненный ароматами разнотравья воздух.

— Хорошо тут у вас, — сказал он.

— Я и не сомневался, что вам у нас понравится, — улыбнулся Иван, отпуская локоть Виктора. — А как там, у вас?

— А у нас совсем не так. У нас, на самом деле, все плохо. Знаете, как давно я не ощущал аромата полевых трав! У нас пахнет только выхлопами машин.

Виктор направил взгляд вдоль улицы. Она полого спускалась к речке, медленно несущей свои воды в вечернюю даль. Луг на другом берегу был настолько ярко залит солнцем, что резал зеленью глаза. Чистые здания по обе стороны улицы тоже купались в косых лучах закатного солнца.

— Вы даже не представляете, насколько у вас здесь хорошо. Когда я утром уезжал, столица была окутана серым смогом и таким, знаете, противным дождем... Вообще, если бы меня попросили охарактеризовать мегаполис одним словом, я бы ответил «серый». А ваше Терновое — оно цветное.

— Обычно город соответствует тому, кто в нем живет... — заметил Иван.

— Да, — кивнул Виктор. — Я прихожудомой с работы, включаю телеящики и смотрю тупые ток-шоу. Потом запикиваю в себя однообразную еду и валюсь спать. А с утра — снова на работу. И так день за днем, неделя за неделей, год за годом. Я уже и не помню, когда выбирался вот так, как сегодня, чтобы увидеть что-то новое. — Иван слушал молча. — И люди. Там я стараюсь не общаться ни с кем лишней раз. Может, потому и просиживаю все вечера в одиночестве, обманывая самого себя и жалуясь на больные ноги. Вот сейчас у меня ноги не болят, а ведь я прошел впятеро больше, чем обычно за день. Там я избегаю лишних встреч. А у вас тут... Взять, к примеру, кассира на автовокзале в райцентре. Он сбрасывает пепел от сигарет в самодельную пепельницу, представляете? Не хочет мусорить в своем городе. Или Таня... Она — самая обаятельная девушка из всех, кого я встречал за последний год! Ее улыбка... такая настоящая, чистая... И вы, Иван. Когда я переступал через порог, вы поддержали меня, чтобы я не запнулся. Мне там... — Виктор неопределенно махнул рукой за спину, — так поступить и в голову бы не пришло.

Иван сосредоточенно слушал, кивая каждой фразе.

— Вы не представляете, как я костерил почтовую службу за то, что отправила посылку бог весть куда, — признался Виктор. — А сейчас понимаю, как мне на самом деле повезло. Если бы не этот случай, я бы сюда не приехал и не увидел, не почувствовал бы всей этой красоты. — Виктор помолчал, эмоции переполняли его. — Мне тут так хорошо, что даже уезжать не хочется, — признался он человеку, которого видел впервые в жизни.

— Так не уезжайте, — добродушно предложил Иван.
— Не могу, — развел руками Виктор. — У меня там...
— У вас там что? Что вас там держит? Работа? Родственники? Друзья? Телевизор?

— А что меня будет держать тут? — спросил Виктор.
Иван широким жестом показал на чистую улицу, реку, луг на другом берегу и лесной массив за ним. В окошко магазинчика выглянула Таня.

— Все, что выберете. Вы сами в состоянии решить, что и где вас удержит.

Виктор зябко повел плечами, обнаружил на своей руке пальто и надел его.

— Эту мысль надо обдумать. Так что там с моей посылкой?

Иван легко взбежал по крыльцу, скрылся в пиццерии. Оттуда вырвались соблазнительно-вкусные ароматы кухни. Через минуту Иван спустился и отдал Виктору сверток. Тот пробежал глазами по наклейке с адресом.

— Ну надо же, действительно, мне. Но почему-то адресовано в Терновое, тупик Прогресса, дом номер восемь. У вас и такое название есть?

— Тупик Прогресса? Да, это вон тот поворот. — Иван показал рукой. — У человека, который давал названия улицам, было своеобразное чувство юмора.

Виктор сунул сверток в карман и нащупал в нем клочок бумаги.

— А это еще что? Ах, обратный билет. И автобус отходит через десять минут. Спасибо за помощь, Иван, рад был познакомиться! — Виктор торопливо пожал крепкую руку хозяина пиццерии.

— Взаимно, — вздохнул тот. — Вы бы подумали все-таки насчет того, чтобы остаться.

— Я подумаю, — пообещал Виктор. — Только не оставаться, а вернуться. Мне у вас и правда понравилось. Уж на выходных-то я точно сюда приеду.

Виктор развернулся спиной к реке и пружинистой походкой поспешил к автобусной остановке, где его ждал давешний желто-горчичный «Вольво».

Виктор угрюмо захлопнул за собой дверь. Как обычно, его встретили затхлый дух квартиры, капель крана и вид на продавленный диван.

Он только что вернулся из второй поездки в Терновое.

В кассе автовокзала был совсем другой человек — тоже инвалид, однако не в электрической, а в обычной коляске. Он тоже курил, но сбрасывал пепел прямо под колеса. От него несло перегаром.

Вез Виктора в Терновое не горчично-желтый «Вольво», а дребезжащий бело-красный «Мэн».

Улица Моховая оказалась грязным грунтовым проездом с угрюмыми хибарами вдоль обочин.

В магазине цветов орудовала разбитная баба Нюра. Такая и на пушечный выстрел не подпустила бы к прилавку Таню. Впрочем, она и не слышала, чтобы в последние три года в их селе была девушка с таким именем.

«Пиццерия папы Джона» закрылась давным-давно, не выдержав конкуренции. С тех пор успела закрыть-ся и точка сети быстрого питания, обанкротившая пиццерию, восстановив тем самым вселенскую справедливость. В помещении, которое прежде занимал общепит, разместилось страховое агентство. Никто не мог сказать, куда подевался бывший хозяин пиццерии. Никто не помнил, как его звали.

Взгляд Виктора упал на журнальный столик. На нем рядом с пепельницей стоял сувенир из той самой посылки — кирпич из акрила, диорама размером семь на двенадцать сантиметров. Этот сувенир Виктор никогда не заказывал. В диораме миниатюрный человечек неопределенного возраста с мрачным выражением лица шагал от зеленой цветущей лужайки к стене серого, унылого офисного здания. Сутолая фигурка держала руки в карманах серого пальто, из-под полы которого выглядывали офисные брюки, тоже серые.

Закрыв глаза, Виктор прокрутил в памяти каждый свой шаг.

Момент, когда Иван поддержал его на пороге... Именно в тот миг реальность разделилась на ту, в которой «Пиццерия папы Джона» продолжала преуспевать, и другую, в которой она ушла в забвение.

Он, Виктор, получил приглашение в реальность, наполненную солнцем и красками. Он мог в ней остаться. Но вместо этого сел в автобус.

Виктор понял: чудовище, неотвратимо пожирающее его жизнь, на самом деле существует! Он ежедневно видит его в зеркале. Этот монстр — он сам! Он сам крадет у себя бесценное время единственной жизни. Это он сам превратил свое существование в беспросветную, уныло скрипящую серую карусель, с которой, сколько на ней ни крутись, всегда видно одно и то же.

На пути запертого в акриле человечка все беспроблемно — перед ним только глухая стена серого офисного здания. Все яркое и живое осталось за его спиной. Один раз ему повезло обернуться и увидеть красоту окружающего мира, но он, испугавшись возможности вырваться из капкана постылой жизни, предпочел послушно вернуться в привычную рутину — ринулся, теряя тапки, обратно на серую карусель. А теперь он скован акрилом, и застывший полимер, хоть и прозрачный, не даст больше повернуть назад.

Серая карусель продолжила свое бесконечное коловращение, унося трусливого серого человека прочь от приоткрывшейся ему полноты жизни.

Интересно, каков шанс, что в Терновое еще раз придет посылка на его имя? Уж теперь-то он позаботится, чтобы фигурка в новой диораме развернулась в сторону залитой солнцем цветочной лужайки. А до тех пор...

Виктор плюхнулся на диван, поерзал, скатываясь в привычную вмятину, тяжело вздохнул и включил телевизор.



Арутю

Иллюстрация Арутюна Самуэляна

История завтра

Арутюн Самуэлян

Последняя библиотека

Известно и другое суеверие того времени: Человек Книги. На некоей полке... стоит книга, содержащая суть и краткое изложение всех остальных: некий библиотекарь прочел ее и стал подобен Богу.

Борхес. Вавилонская библиотека

По случаю Дня Республики в стольном граде праздник: отмечается долгожданное мероприятие — будет торжественно закрыта последняя в стране библиотека. По столь знаменательному случаю на подступах к ней, полностью заполняя почти примыкающую к библиотеке главную площадь, во множестве собрался народ. Принять радостное участие в торжестве приехали даже из дальних регионов республики, где к тому времени и никаких следов не осталось от даже самых скромных сельских библиотек. Ожидается вдохновенное обращение главы государства к гордым и свободным гражданам страны.

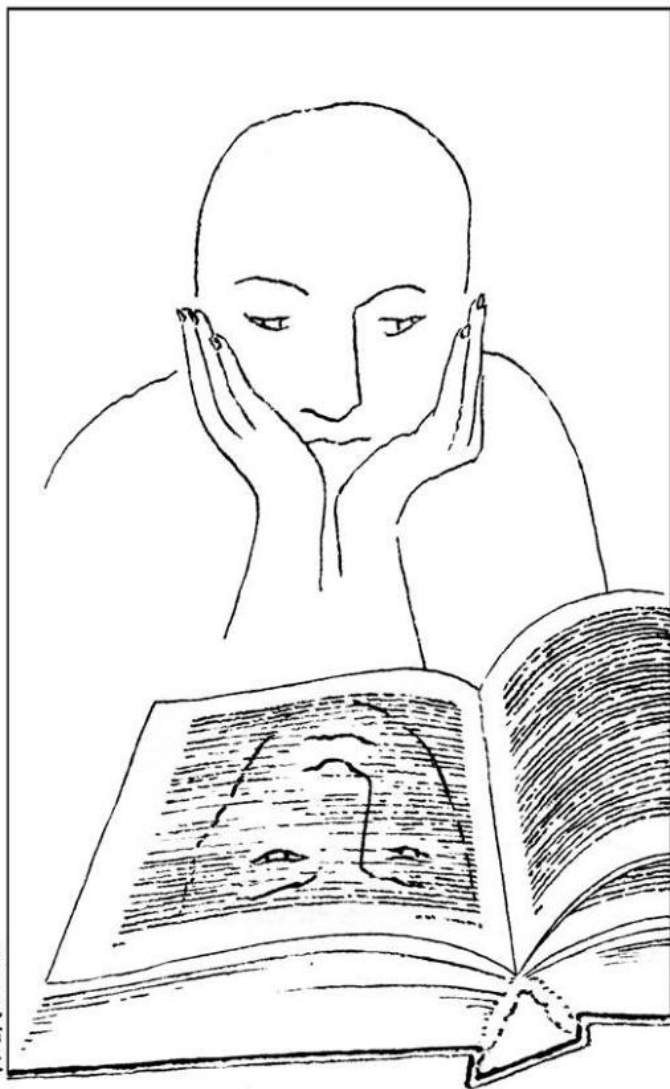


Иллюстрация Арутона Самуэляна и Юрия Акопяна

Светлое солнечное утро, заканчивается отмеченная небывалым ростом валового внутреннего продукта весна, наступит жаркое предурожайное лето и далее по программе... Колышется бескрайнее море голов на главной площади страны, молодые отцы поднимают на свои сильные плечи подрастающее любознательное поколение.

Я с некоторым трудом, но просочился-таки (продиффундировал в единственном числе, пусть физики простят меня) сквозь плотную людскую массу и притиснулся к пока еще открытым дверям библиотеки. Отбрасывающий резкие тени солнечный свет сменился прохладным мягким полусветом внутри. Когда зрачки глаз подстроились к новому уровню освещенности, в нескольких шагах прямо напротив себя увидел сидящую лицом ко мне неопределимого возраста женщину в черном.

Изысканной работы тонкая золотая диадема охватывала черные же с серебряной проседью волосы, обрамляющие точеную голову с высокими скулами. В центре диадемы горел большой

темно-красный камень (рубин? красный топаз? пироп-гранат? альмандин-гранат или редчайший красный бриллиант?...), отбрасывающий отблески на серебро волос. Кроме женщины с диадемой, в комнате никого и ничего не было, лишь за ее спиной в нескольких шагах угадывалась закрытая дверь. Последний библиотекарь? И, надо думать, последний посетитель...

— Я знала, что сегодня, в День Республики, в библиотеку, прежде чем она закроется, придет последний посетитель. И что он захочет взглянуть на хранящийся вот уже сто пять лет оригинал Декларации о независимости. Но прежде, чем пропустить в хранилище, я должна задать тебе, посетитель, вопрос...

Почудилось, что что-то на миг показалось из-за узкой спины хранительницы и тут же исчезло. Я поймал себя на том, что невольно всмотрелся в полумрак комнаты: а пуста ли она на самом деле? Взгляд спустился к ступням (?), но они были надежно укрыты длинным до пола черным одеянием...

— Я должна задать тебе, посетитель, вопрос: как произойдет Великое Восстановление (она отчетливо произнесла эти два слова с заглавных букв)? Знаю, что пока тебе неведом ответ. Зайди в библиотеку, пройди до самого сердца Хранилища (вновь заглавная), там ты найдешь, что ищешь. И тогда, вернувшись, ответишь на вопрос. Только смотри, не потеряйся.

В руке у Хранительницы (на этот раз заглавную букву проставил я) оказался маленький золотой ключ. Она вставила его в воздух перед собой, провернула два раза, и дверь за ее спиной бесшумно ушла в стену.

В хранилище мягкий, ровный желтоватый свет. По сторонам прохода — доверху заполненные книгами стеллажи, уходящие вдаль. Ряды высоких шкафов по боковым стенам. Помня о напутствии, подавил соблазн покопаться на полках и прошел до конца помещения, где оказался перед проходом в следующий зал. Как мне показалось — больше и выше первого. И вдали — следующий проход. Пока шел к нему, мерещилось мне, что книги, мимо которых проходил, едва заметно выдвигались из полок, как бы предлагая взять в руки, раскрыть и читать. Но мне нужна была самая дальняя, последняя (а может, первая?) книга, в которой был обещан ответ на заданный вопрос. И я вошел в третий зал.

Назвать открывшееся пространство залом можно было лишь при очень сильном преуменьшении: не было видно ни стен, ни потолка, ни даже пола. Под ногами — как и во всех прочих пяти направлениях — открывалась бездна, со взвешенными в ней без всяких опор или подвесок несчетными, неотличимыми друг от друга книгами. То же было над головой и по сторонам. И все в строгой закономерности: ближние к центру ряды книг образовывали охватывающий

его додекаэдр, за которым — вне которого — угадывался повернутый на определенный угол еще больший, за ним еще... И вся эта космическая матрешка раздувалась, теряясь в беспредельности...

Непонятно, как я оказался подвешенным в центре, в фокусе всей этой колоссальной конструкции, начавшей медленно вращаться. Каждый из выраставших в бесконечность додекаэдров вращался в разных плоскостях и с разной скоростью. То еще зрелище...

Показалось, что из книг начали вылетать буквы, нет — это сами книги распадаются на них! Вот уже целые стаи черных значков слетаются из глубин непросматриваемой бездны, собираются в чудовищный рой, затмевающий вселенную распадающихся на первознаки додекаэдров (знак — от древнейшего корня *gen-/g'no-/gon(e)- «порождать, преобразовывать (служить преобразом)»; знать, значение, знание, знамя, жена (женское начало — изначальная врожденная способность к восприятию преобразования и порождению его подобий); ген, генератор, гений, гон, гонада; санскритские /jñāna «джнана»/ «осознание, предположение», /jānī «джани»/ «жена, рождение»; греческие γνῶσις /«гнози»/ «знание, понимание, осознание», γυνή /«гини»/ «жена»; армянское կին /«кин»/ «жена, женщина»; латинское gnostic /гностик/ «знаток»; английские know «знать», can «мочь, иметь силу», cunning «хитрый»; немецкое kennen «знать»). Дополнительный корень (суффикс) -къ восходит к древнему *ko- «вместе, совмещать». Сочетание корней порождает единое представление о знаке: «преобразующее сочетание»...

Несметная вращающаяся туча, но уже не черных, а начавших светиться букв-значков. И вот вращение замедляется, несметная бессчетность значков собирается-сливается в висящий передо мной светящийся бело-золотой квадрат в шесть на шесть огненных букв. Квадрат дублирует себя, копия неуловимо перестраивается, став на один из углов, образовав с оригиналом звезду-восьмиконечник. В верхний угол копии становится первая буква, под ней во второй ряд встают вторая и третья, затем в третьем — четвертая, пятая, шестая, и так, пока все горящие знаки не встали на свои места до последнего — нижнего — ряда в одну последнюю букву. И тогда, начиная со знака, прочиталось по четырем углам, по ходу часовой стрелки, имя Священный Страны.

Я прочитываю Имя, и горящие квадраты восьмиугольника разлетаются, буквы начинают безостановочно множиться, собираясь вокруг давно забывшего себя очарованного зрителя в новорожденный огненный додекаэдр. За ним, объемля первый, рождается, вспыхивая тем же бело-золотым огнем, второй — сложенный другой неисчислимой тьмой букв. И так один за другим, объемля предыдущие, рождаются и выстраиваются умопомрачительные

космические конструкции... И уже все вокруг в ослепительном торжествующем вселенском огне, и я в нем, но меня он даже не обжигает...

Этот белый огонь слепит до мрака, совершенной черноты. И неизбежно она тут же вновь вспыхивает белым. И снова Мрак. И опять Свет... Черно-белый космический танец рождения-смерти. Две стороны Единой Сущности творят и выстраивают, но уже на ином, обновленном — заново прочтенном уровне — Иерархию космической Луковицы. Мир за миром, план за планом, сфера за сферой, слой за слоем собирается Книга.

Она живая, я вчитываюсь в ее невесомые горящие прозрачные страницы и знаю, что и Она меня читает, в непрерывном акте творения прочитывая и рождая в каждый квант времени (это составляет, кто пока не знает, примерно полторы секунды) меня нового, очередного в ряду бесконечной последовательности «я». Так Мы читаем Сами Себя, называем и множим себя, сущности и миры. Страницу за страницей читаю Я Книгу. Прочитываю и произношу, в числе многого прочего, и тот самый текст, за которым, как мне казалось раньше, пришел в библиотеку... И вспоминаю вопрос Хранительницы о Великом Восстановлении. Тогда Я съедаю Книгу целиком и Мне открывается Ответ.

...И тут же оказываюсь в притемненной приемной волшебной библиотеки перед Хранительницей. Она выслушивает Ответ и говорит:

— Теперь ты знаешь. Иди, говори и делай.

Как заново родившийся выхожу я от Хранительницы на залитую полдненным солнечным светом и волнующимся человеческим морем площадь. Меня переполняют восторженная радость и желание поделиться Ответом — который, думалось мне, все и очень давно жадут услышать. Слышу последние слова с далекой трибуны. Тысячи пар глаз поворачиваются в моем направлении. Оборачиваюсь и вижу, как новенький, самодовольно блистающий свежей заводской краской большой мускулистый черно-оранжевый бульдозер, ждавший до поры в укромной тени ближнего переулочка своего звездного мгновения, с наслаждением заваливает библиотеку.

...И я просыпаюсь.



Короткие заметки

Трезвость — норма жизни

Нет, речь идет не о борьбе с зеленым змием, трезвость нужна и тем людям, которые так верят своим фантазиям, что уходят в мир иллюзий. Особенно опасно терять связь с реальностью руководителям государств и их объединений, а это бывает. К счастью, иногда находятся специалисты, которые пытаются разрушать такие миры бюрократических иллюзий. Возьмем для примера переход от энергоемкой экономики ископаемого топлива к материалоемкой экономике возобновляемых ресурсов (агентство AlphaGalileo, 10 августа 2023 года).

Как раз в сентябре 2023 года в Женеве проходят Мировой форум ресурсов и Межправительственная встреча по минералам и металлам Программы ООН по окружающей среде. И там обсуждают, как вернуть сторонников Зеленой сделки ЕС к реальности. А она такова. Во-первых, энергетический переход требует кратного увеличения производства металлов: в среднем в четыре раза к 2040 году, а у лидера роста, лития, так и в 42 раза. Во-вторых, сейчас ежегодно из шахт извлекают 150 млрд тонн минералов, которые превращаются в 65 млрд тонн полезной продукции и дают 72 млрд тонн отходов с 12 млрд тонн хвостов. Всякий сведущий в арифметике понимает, что кратное увеличение добычи приведет и к кратному росту отходов, что никак не способствует сохранению жизненной среды людей и других живых существ в местах добычи и переработки. А в-третьих, добыча полезных ископаемых сосредоточена в 81 стране, и, как это ни удивительно, на них приходится всего 25% мирового ВВП, а проживает там половина человечества и при этом 70% — в нищете. И вряд ли, зная о том, что спрос на их богатства растет многократно, они мечтают и дальше так жить.

В общем, эксперты, собравшиеся на указанные мероприятия, будут пытаться совместить эту реальность с иллюзией и придумать, как же можно в несколько раз увеличить добычу минералов и при этом не уничтожить среду обитания половины человечества и не столкнуться с проблемой кратного роста цены на эти минералы.

С.М. Комаров

Пишут, что...

...возраст Вселенной составляет 26,7 миллиарда лет, а не 13,7, как предполагалось ранее (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society)...

...в скважинах Анадырского и Западно-Камчатского артезианских бассейнов обнаружены высокие концентрации H_2 в подземных водах, до 47,18 объемных процентов (Актуальные проблемы нефти и газа)...

...гены, необходимые для обучения, памяти, агрессии и другим сложным формам поведения, возникли около 650 миллионов лет назад (Nature Communications)...

...нановолоконный материал из TiO_2 , помогающий в процессе фотокатализа извлекать водород из смеси воды с метанолом, работает в течение нескольких месяцев (Matter)...

...удалось со 100-кратной точностью доказать, что пассивная гравитационная масса и активная гравитационная масса всегда эквивалентны — независимо от конкретного состава соответствующих масс (Physical Review Letters)...

...идеальную вязкость слёз, увлажняющих глаза, обеспечивает сложный состав этой жидкости с широким спектром компонентов, включая липиды, углеводы, белки, воду и соль (Physics of Fluids)...

...бабочки и мотыльки содержат в ДНК одинаковые блоки, возраст которых превышает 200 миллионов лет (G3: Genes, Genomes, Genetics)...

...изотоп кальция Са-48 настолько редок и востребован, что один грамм в настоящее время стоит 250 000 долларов (Science Advances)...

...комбинация дальнего УФ-излучения (222 нм) и синего светодиодного света (405 нм) инактивирует широкий спектр микробов, устойчивых к антибиотикам (Journal of Applied Microbiology)...

...более половины лесов в Соединенных Штатах находятся в частной собственности, особенно в восточной части страны (Journal of the Agricultural and Applied Economics Association)...

...электроны, падающие дождем на поверхность Меркурия, вызывают рентгеновские полярные сияния (Nature Communications)...

...белок рыбы-скорпиона, повышающий проницаемость мембран (BPI), может оказаться мощным оружием против бактериальных инфекций с множественной лекарственной устойчивостью у людей с муковисцидозом (eLife)...

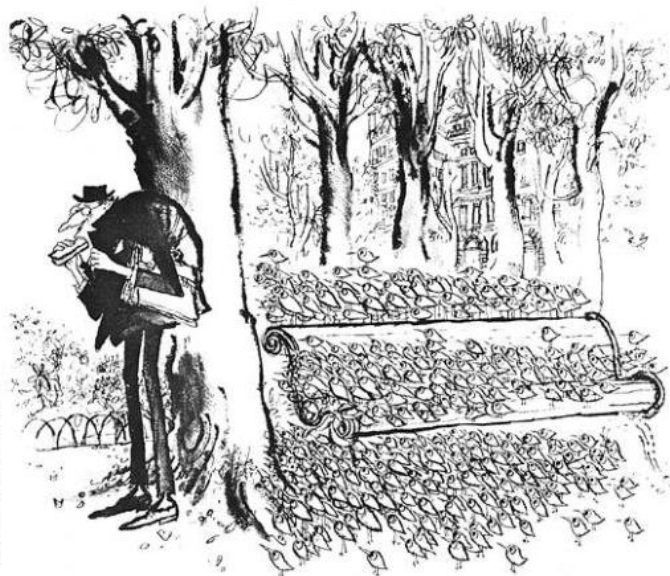
...концентрация ртути в донных отложениях доиндустриальной эпохи в арктических регионах составляет 20–30 мкг/кг и может служить геохимическим фоном для выбранных акваторий (Доклады российской академии наук. Научки о Земле)...

...распад тектонических плит является основной движущей силой зарождения и извержения богатой алмазами магмы из глубин Земли (Nature)...

...начиная с концентрации свинца в почве 5,5 мг/кг, в бобовых растениях уменьшается доля незаменимых аминокислот (Агрохимия)...

...общий объем гипоталамуса значительно больше у молодых людей с избыточным весом и ожирением (NeuroImage Clinical)...

художник Ronald Searle



Короткие заметки

Демоны твердого тела

Придумывать демонов — давняя традиция физиков. Самые знаменитые демоны Максвелла сортируют молекулы по их энергии и таким образом нарушают законы термодинамики, запрещающие переток тепла от менее нагретого тела к более нагретому. Впрочем, эти демоны совершенно умозрительны. А вот демоны Дэвида Пайнса реальны. Они образуются при сложении двух электронных волн, постоянно гуляющих по твердому телу, причем волны складываются так, что результат лишается и заряда, и массы. Это имеет следствие: демон не взаимодействует с электромагнитным излучением и, значит, у физиков нет никаких прямых методов наблюдения таких квазичастиц, поскольку они невидимы. Неудивительно, что с 1957 года, когда этот американский физик-теоретик придумал своих демонов, никто их не нашел, а за долгие годы про них уж и забыли.

Но вот профессор Питер Аббамонт из Иллинойского университета со своими коллегами обстреливал электронами образцы из рутената стронция Sr_2RuO_4 и смотрел, как рассеивается энергия (Nature, 9 августа 2023 года). Метод, прямо говоря, необычный, а прибегнуть к нему пришлось потому, что у этого вещества подозревают высокотемпературную сверхпроводимость, но ее нет. Физики и разбирались — почему. Разобраться не удалось, зато, глядя на аномалии рассеяния энергии ударных электронов, они нашли в образце удивительные электронные образования: без массы и заряда.

Поначалу никто не мог понять, почему энергия рассеивается не так, как задумано. Однако кто-то вспомнил про давнюю идею Пайнса. Провели расчеты и выяснили: да, энергию забирают именно невидимые демоны. По мнению Аббамонта, успех не случаен: его группа использовала необычный метод для изучения необычного материала. Вот и нашли то, что не искали. Ну а для физики твердого тела обнаружение демонов Пайнса и, главное, метода, сделавшего их видимыми, может иметь долгоиграющие последствия. Например, в той же энергетике.

С. Анофелес



Егор Альтегин

Иллюстрации Елены Станиковой

Ботва росла ВВЫСЬ

«Массивно потя щеками и другим телом, Херовников вник в снулое подпространство автосалона машины, с лихвой уступленного ему близкой любовницей под названием Рашель, на которой он, сносно вращая рулем, докатился до рельсовидной сути вокзала, по стохастической удаче, никого не встречая, по дороге из сотрудников ГИБДД...»

Олег Темников, организатор конкурса разработчиков «Искусственный интеллект — напиши как Чехов» перестал читать вслух и посмотрел на Пашу.

— Блистательно, — без улыбки сказал он. — Снулое подпространство. Знаете, Павел, ваш «Графоманыч» знает толк в развлечениях. Ехать на любовнице по гаишникам, это, скажу вам, новое слово в большой литературе.

— Олег, извините, — Паша смотрел мимо собеседника. — Сбой системы. Вчера тестировал, было нормально. Думаю, конкуренты вирус засадили, заявок на ваш грант, сами знаете...

— Заявок много, — кивнул Темников. — Каждый мнит себя создателем искусственного мегаписателя. Считают, что смастерить ИИ, который переплюнет поток сознания наших вершителей дум, вполне реально. Я продолжу, с вашего позволения?

Паша пожал плечами.

«Минованный Херовниковым двор покручинился тягучей пустотой, гулко оставаясь сзади. Многоцветные, чипсообразные листья низко пали к подножию его многолетних кроссовок. Неосознанно прошагивая посмотревший виды асфальт окропленных солнцем домов, взаимно не питавших к нему оголенных симпатий, внутри Херовникова расцвело решение расплываться с утробой урны постаревшим бычком сигареты, реализованное в предельно сжатые сроки, в то время как ботва газона несомненно росла ввысь...»

— Ботва росла ввысь, — Темников был по-прежнему серьезен. — В этом есть скрытый смысл, не находите? Слово ботва не от слова «бот» произошло, не в курсе?



— Ну я же не специально, — поморщился Паша.

— Не специально, — повторил Темников, словно пробуя слово на вкус. — А специально сможете?

— Не понял.

Темников несколько раз щелкнул пальцами, призывая нужную мысль.

— Видите ли, Павел... Текст вашего «Графоманча» не просто плох. Он плох избыточно, можно сказать, идеально. Настолько плох, что даже хорош. Какое-то первобытное издевательство над русским языком, inferнальное невежество. С вашими конкурентами все понятно, они всего лишь сваяли неплохие генераторы низкопробного чтива. Но живые писатели с этой задачей пока еще справляются лучше. А вот ваш баг оказался фичей. Короче, слушайте мое предложение...

«Сработало, — подумал Паша, изображая на лице живую заинтересованность. — Сработало, черт меня побери».

«...вид на Рашель хватал за дух, породив сырые мысли о ее потенциальной раздетости, надежной голости, за которую он возьмется всеми руками, поощримый Рашелевским согласным лицом. В последующих минутах, прижимистая к усыпанной цветами обоев стенке, Рашель обладалась Херовниковым насыщенно и внятно, как свежавынутая из духовного шкафа пицца...»

— Шеф...

Паша оторвался от текста, обвел глазами пока еще немногочисленную команду.

— Ага, все в сборе. Времени мало, поэтому коротко. Дима, как учитель русского занимаешься языком. Ошибки в управлении, неправильное словоупотребление, пассивные зоологи... то есть залогии — ну, не мне тебя учить. Оксюмороны, тавтологии, прочая фигня. Неуместные наречия, кривые деепричастные обороты — у тебя отлично получается.

— Принято, руководящий мной шеф.

— Аня, креативщица ты наша. На тебе фразеологизмы и метафоры. Верти все эти «впалые щеки» — «выпуклые щеки» и так далее.

— Угу. Типа, мороз крепчал — мороз сильнел.

— Умница. Леша, ты трудился в налоговой, работаешь с канцеляритами, ну и по всему спектру. Всё, работаем. Эпохе нужен новый Чехов.

— Хреновый у нас будет Чехов, — сказал кто-то.

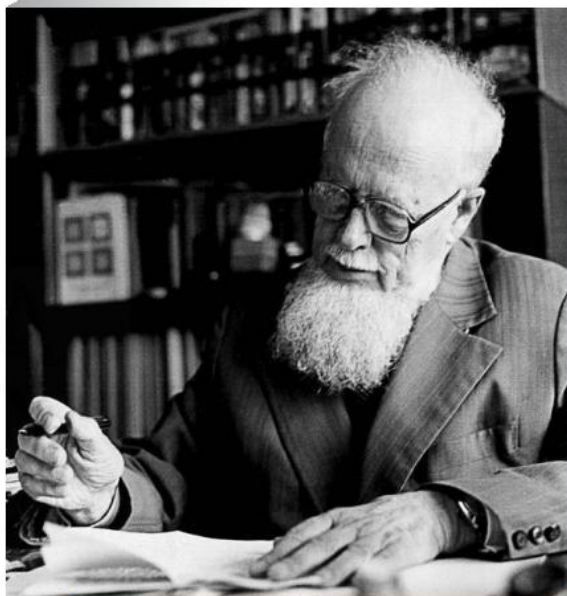
Паша улыбнулся.

— Ну, ребят, я тут ни при чем. Какая эпоха, такой и Чехов.



ВСЕРОССИЙСКАЯ
ПРЕМИЯ «ИСТОК»
ИМЕНИ АКАДЕМИКА
И.В. ПЕТРЯНОВА-
СОКОЛОВА

ЕЖЕГОДНАЯ ПРЕМИЯ
ПРИСУЖДАЕТСЯ
УЧИТЕЛЯМ ФИЗИКИ,
ХИМИИ И БИОЛОГИИ
ЗА ВЫДАЮЩИЕСЯ
ЗАСЛУГИ В ОБЛАСТИ
ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ
ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ,
ИНЖЕНЕРОВ И
ТЕХНОЛОГОВ



ВРУЧЕНИЕ ПРЕМИЙ
«ИСТОК» СОСТОИТСЯ
7 ОКТЯБРЯ 2023 ГОДА
В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

ПРЕМИЮ «ИСТОК»
УЧРЕДИЛИ ПРЕЗИДЕНТ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК И ГУБЕРНАТОР
НИЖЕГОРОДСКОЙ
ОБЛАСТИ



Правительство
Нижегородской
области