



ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

8 / 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 26.07.2023
Типография ООО «Экспокошта»
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 Jastin DeGarma.
Современные цифровые технологии спо-
собны создавать самые неожиданные
связи и восстанавливать утраченные.
Об этом читайте в статье «Цифровой
мозг против травмы спинного мозга»*

*Первый признак наличия ума —
полное нежелание доказывать это.*

Виктор Гюго

Содержание

Интервью

«НИКАКАЯ МАШИНА НЕ СМОЖЕТ ЗАМЕНИТЬ УЧИТЕЛЯ».

А.М. Чередник 2

События

ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО – В МАССЫ! С.М. Комаров 10

Проблемы и методы науки

УГОЛЬ ПЛОДОРОДИЯ. С.М. Комаров..... 12

Технологии

ЦИФРОВОЙ МОСТ ПРОТИВ ТРАВМЫ СПИННОГО МОЗГА.

Е. Клещенко 20

Проблемы и методы науки

ЧТО ТАКОЕ ЦВЕТ? А. Гурьянов 32

Гипотезы

ЧЕЛОВЕК ВЫХОДИТ НА ПРОБЕЖКУ. Н.Л. Резник 38

Панацея

ЧИСТОТЕЛ, ПРОСТО ЧИСТОТЕЛ. Н. Ручкина 48

История современности

ДВЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ИСТОРИИ. О.Р. Бурнашев 52

Фантастика

ПРОСТО ИГРА. А. Карапац 56

Нанофантастика

О РАЗБИТОМ И ЗЕРКАЛЕ. А. Лободинов 64

Результаты: физхимия

18

Разные разности

26

Результаты: физика

45

Книги

51

Короткие заметки

62

Пишут, что...

62



Интервью

«Никакая машина не сможет заменить учителя»

Александр Михайлович Чередник работает в системе образования в России уже больше 40 лет. За его плечами — успешный опыт школьного учителя химии, создателя и руководителя одного из лучших лицеев в стране, сотни выпускников. Сегодня Александр Михайлович, будучи исполнительным директором Фонда Андрея Мельниченко, продолжает заниматься образованием, но уже с новых позиций. В фокусе его внимания — одаренные дети и учителя в регионах, естественно-научное и инженерно-техническое образование.

В течение шести лет Фонд Андрея Мельниченко создал эффективно работающую образовательную

систему, которая включает в себя сеть региональных центров дополнительного образования, масштабные программы дистанционного обучения по предметам естественно-математического цикла и тщательно выстроенные социальные лифты. Все это позволяет ребятам из провинции найти себя, получить поддержку, развиваться и обрести возможности для успешного старта. Каждый год более 96% выпускников образовательных центров Фонда — от 150 до 200 человек — поступают на бюджетные места в ведущие российские вузы. Воспитанники Фонда побеждают на международных и всероссийских предметных олимпиадах и конкур-

сах проектов. Автор концепции, благодаря которой удалось добиться таких результатов, — Александр Михайлович Чередник.

Разговаривать с ним об образовании — удовольствие, потому что эти разговоры всегда содержательны. Он совершенно точно знает, каковы цели школьного образования сегодня и что надо делать, чтобы возродить успешную русскую школу, которая всегда вызывала зависть в остальном мире. Зачем учить? Чему учить? Как учить? Что такое одаренность? Об этом и поговорим.

ЗАЧЕМ УЧИТЬ

Есть очень простой вопрос, который многих ставит в тупик, — о цели школьного образования. Отвечают по-разному. И оказывается, что однозначного, единого для всех ответа нет. Итак, зачем ребенок ходит в школу 11 лет? Чтобы что? Что мы хотим получить на выходе?

Это очень важный вопрос, потому что он задает образованию цель, без которой движение вперед невозможно. Ответ простой — нам нужен высококультурный, образованный человек и патриот. Что такое патриот? Это человек, любящий свою малую и большую Родину и готовый за нее отдать жизнь. Он понимает, что здесь его дом. И насколько хорошо будет в доме, зависит от него самого.

Что значит высококультурный? Это эмоционально зрелый человек, который знает и понимает правила общежития, у которого сформированы навыки адаптации в обществе. Я имею в виду уважительное отношение к людям и традициям предков.

Мне нравится, как известный философ и культуролог Клод Леви-Стросс сформулировал, что такое культура. Культура — это искусственная система ограничений, накладываемая на естественное поведение человека. Очень точно сказано! Именно так! Искусственные ограничения — это как раз те самые правила уважительного поведения по отношению к людям и сообществам людей, учет их мнений, о которых я говорил.

Что значит высокообразованный? Выпускник школы должен знать основы наук, прежде всего естественных и математических, и общественных. И это должен быть не просто набор знаний, а система знаний, которая сформировала мировоззрение ученика и благодаря которой ему открылась научная картина мира. Вчерашний школьник продолжит образование, выберет себе профессию, станет работать. И если он не имеет научной картины мира, то хороший специалист, настоящий профессионал из него не получится. А узкие специалисты малоэффективны для технологического прорыва, они просто ничего не смогут сделать для развития страны. Их в будущем заменят роботы и

▼ На открытии Центра детского научно-технического творчества в Невинномысске в 2018 году





▲ А.М. Чередник с победителями ежегодного Детского научного конкурса Фонда Андрея Мельниченко 2022 года

компьютеры. Высокообразованный человек понимает, в каком мире он живет и как этот мир устроен. А гуманитарные предметы, литература и история, дополняют эту картину, рассказывая, как развивается человеческое общество и человеческая личность.

Как вы думаете, а государство знает, зачем ребенок ходит 11 лет в школу? Оно ставит задачи среднему образованию, исходя из своих потребностей и интересов?

Это обязательно надо делать. Впрочем, в новейшей истории России, в начале 90-х, перед системой образования были четко поставлены цели и задачи, была создана программа ее реформирования, которая реализовывалась на протяжении 30 лет. В результате мы имеем то, что имеем: из нескольких поколений молодежи выращены «квалифицированные потребители», которые в большинстве своем имеют крайне слабое представление об окружающем мире, своей стране, ее истории и культуре, а система образования практически превращена в сферу услуг по типу торговли, общественного питания и т. д. Только сейчас, когда страна оказалась в тяжелейших условиях тотальных санкций и СВО, этот вопрос начали обсуждать и поднимать. А если бы мы 30 лет не воспитывали «квалифицированного потребителя», а продолжали развивать традиции, то, возможно, и не оказались бы в нынешней ситуации.

ЧЕМУ УЧИТЬ

Я многих спрашивала, чему должны учить в школе. Академик С.В. Медведев сказал, что, разумеется, школа должна воспитать физически крепкого гражданина, который любит свое отечество и знает его историю, она должна научить его читать и писать, анализировать тексты, желательно не на одном языке, и так далее. Но это все — второе. Первое и главное — школа должна научить ребенка думать. Остальное предоставьте университетам. Согласны?

Могу сказать, что с этим мнением я согласен лишь отчасти. Святослав Всеволодович — выдающийся ученый, но мой профессиональный опыт позволяет согласиться с ним лишь частично. Что такое думать? Это уметь находить причинно-следственные связи, закономерности, прогнозировать последствия тех или иных событий, создавать новое знание. Какие же предметы из школьной программы больше всего развивают этот ценнейший навык «думать»? Ответ очевиден — прежде всего математика, физика, химия и, как ни странно, русская и зарубежная литература, история. Умение думать — это и аналитический, и синтетический навык мозга обрабатывать, систематизировать и создавать новую информацию. И если в мозге информации нет, или она в недостаточном количестве, или — как часто это бывает — ее много, но она поверхностна, не систематизирована и бесполезна, соответственно, ею трудно воспользоваться в нужный момент, то мозг реализовать функцию мышления не сможет. Поэтому прежде всего в школе закладываются крепкие основы наук, описывающие окружающий мир,

общество и отношения между людьми. Без этого никакие университеты ничего сделать не смогут, что мы на данном этапе развития образовательной системы и наблюдаем. Как дерево не может расти без корней, так и университеты не могут существовать без системы школьного образования.

Знаете, сейчас вообще бытует мнение, что учиться и что-то заучивать незачем, бессмысленно, потому что вся информация есть в Интернете.

Хорошо, допустим, что это так. Ребенок видит текст на листе бумаги или экране компьютера, потом ищет значение одной буквы, затем — другой и так далее, ведь он их не обязан заучивать. Потом он находит их в Интернете, пытается сложить в слово. Через полчаса он может осознать смысл одного предложения. Замечательный процесс? То же самое с таблицей умножения...

Тогда думать не получится. Не получится переработать информацию и на этой основе создать новую, если мозг пуст и чист. Да, считается, что дети сами должны найти нужную информацию. На педагогическом языке этот навык называется «аппарат ориентировки», умение находить нужную информацию. Но если у вас в голове нет фундаментальной базы знаний, то вы даже не сможете правильно сформулировать поисковый запрос, отделить правду от лжи, которой забит Интернет. И от этой фундаментальной основы никуда не уйдешь — ни от таблицы умножения, ни от букв в алфавите, ни от знаков химических элементов. Огромное значение имеют словарный запас и умение грамотно им пользоваться, чтобы мысли свои строить, законы математики, физики и химии формулировать. Есть определенный объем фактологии, который ребенок должен усвоить и знать, как дважды два.

Тут есть еще одна проблема. Объем фундаментальной базы знаний регулируют федеральные образовательные стандарты и школьная учебная программа. Так вот нынешние федеральные образовательные стандарты либо делают невозможным усвоение этого обязательного, критического объема фактических знаний просто потому, что недостаточно учебных часов в школе по ключевым предметам, о которых мы говорили, либо создают поверхностную и ложную картину мира, потому что учителю, чтобы эти ФГОСы выполнить, неизбежно приходится «скакать по верхушкам», то есть давать представление обо всем и ни о чем. В результате ребенок получает смутное, расплывчатое знание.

И все же какой набор школьных предметов кажется вам оптимально сбалансированным?

Я считаю, что содержание школьного образования было хорошо сбалансировано в советской средней школе. Школьную программу за многие годы отшлифовали почти до оптимума. Тогда этим всерьез занимались — анализировали результаты и на их основании вносили в учебный план поправки. Но даже по сравнению с советской школой я бы еще добавил часов на математику, физику и химию, чтобы знания прочно встали на место.

Очень важен учебный план, чередование уроков, ежедневная нагрузка. Не должно быть пятидневки в школе, это не разгружает детей, а наоборот, нагружает, причем нерационально. Дети должны учиться шесть дней в неделю, и каждый день — по шесть-семь уроков. Это совершенно адекватные нагрузки для ребенка. Не помню, чтобы кто-то из школьников в СССР умер от непосильной нагрузки в школе. И кстати, прежние поколения в смысле хронических соматических и психических заболеваний были значительно крепче и здоровее, чем сейчас. Пятидневка в школе сделана не в интересах ребенка, а для удобства родителей и по их желанию. И конечно, очень желательно, чтобы уроки физкультуры были ежедневными.

Но тут есть аргумент. Время поменялось, железный занавес рухнул, наше знание о мире расширилось. Не должны ли в школе по этой причине появляться новые предметы?

Не должно быть никаких новых предметов. Это все от лукавого. Информатика, если вы о ней, была в каком-то виде и в советской школе, начиная с 80-х. Сейчас просто должно быть подкорректировано содержание этого предмета с учетом цифровой реальности.

Необходимо возвращать начальную военную подготовку. Обеспечение безопасности жизнедеятельности, или ОБЖ, — это, пожалуй, единственный новый предмет, который я одобряю. Ребенок должен знать, как вести себя в лесу, как ориентироваться по сторонам света, как рыбу ловить, какие ягоды и грибы ядовитые, как поднимать воду из колодца, как поступать в разных случаях, как оказывать первую помощь, куда нельзя лезть ни в коем случае и почему и так далее. Эти знания и навыки выживания очень полезны, если, конечно, это серьезно поставленный предмет, а не профанация. Можно ведь очень интересно этот курс построить.

Что касается религиоведения, то его не должно быть в школьной государственной программе. Это прерогатива дополнительного образования, воскресных школ, потому что здесь многое зависит от национальных и культурных традиций семьи, от выбора родителей. Здесь не должно быть почвы даже для малейших столкновений. Введение такого предмета в школьную программу может принести больше вреда, чем пользы.

Привитие традиционных ценностей вполне дают богатейшая отечественная литература и история, а также традиции воспитания, заложенные как в Российской империи, так и в Советском Союзе.

Кто должен определять содержание предметов? Нужен ли единый учебник? Кто должен его писать?

Обязательно должны быть единые учебные программы и единые учебники — это очень важный момент. И должны быть программы и учебники для специализированных школ. Здесь возможны некоторая свобода, некий дополнительный набор учебников под разный уровень сложности. Но базовые учебные программы должны быть для всех, чтобы не «кто во что горазд».

Впрочем, по большому счету учебники не панацея. Главное — учебная программа, содержание образования. Она должна быть единой. При нынешней мобильности, когда семьи переезжают из города в город и ребенок вынужден менять школы, у него не должно быть никаких проблем при таких переходах, когда он просто не понимает, о чем речь на уроках.

Формирование единого образовательного пространства — это задача государства, государственной безопасности и государственного строительства. Если мы хотим иметь единое, монолитное государство, нам нужна единая образовательная система.

Функцию воспитания, на ваш взгляд, надо вернуть школе?

Обязательно. Образование — это обучение плюс воспитание. Это неразрывный процесс. Невозможно воспитывать, не обучая, и обучать, не воспитывая. И как мы видим, судя по результатам работы современной школы, эта формула вполне работает как в плюс, так и в минус.

В Российской империи и Советском Союзе существовали прекрасные системы воспитания. В СССР была создана, с моей точки зрения, лучшая — система Макаренко. На сегодняшний день лучше ее в мире нет и не будет, потому что Макаренко нащупал само естество воспитания через коллектив, привлек к воспитанию природу человека и шел от практики и деятельности, без которой человек не может жить и развиваться.

Какие плоды принесла гуманитаризация школьного образования, которая началась в 90-х?

Гуманитаризация среднего образования принесла больше вреда, чем пользы. У нас сейчас избыточное количество гуманитарных предметов. Вот скажите, пожалуйста, зачем в школе учить два иностранных языка, когда даже родного не знают. У меня в связи с этим возникает вопрос: кого готовит наша школа — российских граждан или будущих эмигрантов?

Советское школьное образование, школьные учебные программы учитывали физиологию развития мозга детей. Специалисты в этой области показывали, в каком возрасте необходимо вводить те или иные понятия, когда можно переходить к абстрактному мышлению. Скажем, таблицу умножения надо выучить до 12 лет. Дальше — бесполезно. То есть выучить — выучишь, но не сможешь ею оперативно пользоваться.

Да, мы это называем «сензитивными периодами». Если в него не попадешь, то научить будет стократ сложнее, чем если попадешь. И применять знание не получится, потому что не сформированы долгосрочные нейронные механизмы, не выстроены и не развиты соответствующие нейронные связи. Ведь они строятся, когда мозг развивается. А развивается он в детские и школьные годы. Вот почему для развития человека критически важен именно школьный период. Это драгоценные годы, которые надо максимально правильно использовать в школе, чтобы наилучшим образом развить мозг.

Сегодня в школьных программах такое не попадание происходит все чаще и чаще. В наши образовательные центры приходят четвероклассники и пятиклассники. И мы хватаемся за голову, потому что тех, кто не знает таблицу умножения, становится все больше и больше. Говорят — калькулятор есть. Да при чем здесь калькулятор? Это устный счет для развития мозга! Это развитие памяти, воображения! Это развитие маленького человека! Если этого не делать, то это преступление по отношению к ребенку.

Мне почему-то запомнился один школьный урок химии, когда учительница сказала: «А теперь, когда на математике вам рассказали, что такое логарифм, и вы, надеюсь, поняли, мы можем разобраться с понятием pH». Я тогда подумала: «Да они тут все в сговоре!» И правда, так было, существовал жесткий параллелизм предметов.

Да, и параллелизм, и межпредметные, и междисциплинарные связи. Это очень важно. И сегодня это во многом утрачено, потому что без единой учебной программы и единого учебника это сделать невозможно. В советской программе были хорошо отработаны все логические связи между предметами, все понятия, все работало на единую картину мира. Более того, даже патриотизм, о котором, наконец, все вспомнили, тоже был зашит в учебную программу советской школы — во все предметы. Школьные предметы в совокупности давали цельное, единое представление о мире, в котором мы живем, и о месте нашей страны. А это невозможно сделать, если нет единой программы и единых учебников.

Еще раз хочу заметить, что у нас многонациональная страна. Как мы будем формировать единое государство? Объединение страны начинается в школе на основе единой учебной программы для всех. Единая программа обучения — это наследие наших предков, царской России и Советского союза, и ее надо немедленно вернуть.

КАК УЧИТЬ

Среди новаций, предлагаемых школе, одно время активно продвигали дистанционное образование и искусственный интеллект вместо учителя. Правда, эксперимент с дистанционным образованием в ковидные время полностью его скомпрометировал, но идея учителя-робота живет.

Никакая машина никогда не сможет заменить учителя. Машина может облегчить труд учителя, но не более того. Современные технологии для образования никто не отрицает, если они помогают учителю нагляднее, доступнее подавать материал. Но вот только не надо от современных технических средств переходить к новым методам обучения. Методы закладывались и оттачивались тысячелетиями. Семья, детский сад, школа — вот где человек формируется. Более всего на ребенка влияют родитель и школьный учитель. Пришли



несформировавшиеся души, и учитель может слепить из них что угодно.

Все это мы видим на примере Украины, этом масштабном античеловеческом эксперименте. Всего каких-то 10–15 лет лжи и оболванивания в школах — и какой выдающийся результат. От интеграции, добрососедства, сотрудничества — до лютой ненависти, до самого настоящего фашизма. Вот так работает система, порождающая монстров.

То, каким будет общество, каким будет каждый человек — любит он Родину или не любит, ориентируется он в мире или не ориентируется, это будущий преступник или достойный член общества, — определяется детским садом и школой, школьным учителем. Поэтому если государство не ставит перед школой задачи формирования ответственного, мыслящего гражданина, то оно обречено.

Люблю это высказывание Черчилля, что «власти, которой обладают школьные учителя, может позавидовать любой премьер-министр». Поэтому, наверное, усилия государства сегодня должны быть вложены в подготовку учителей.

Можно к этому добавить актуальное из Бисмарка: «Войны выигрывают не генералы, войны выигрывают школьные учителя и приходские священники». Это лишь подтверждает, что все умные люди во все времена признавали ключевую, судьбоносную роль учителя в жизни каждого человека и общества.

С учительством, действительно, проблема. У нас катастрофически не хватает учителей. Система их подготовки почти разрушена. Учитель — это ведь массовая профессия, нам нужно их много. В столице каждого региона должен быть свой педагогический университет. Но далеко не во всех регионах они есть. А если есть, то их сливают с техническими и классическими. Проблему дефицита педагогических вузов это нисколько не решает. Поэтому тактически выход здесь единственный — дать право и возможность классическим и техническим университетам готовить учителей. Они отлично с этим справятся безо всякого сливания. Просто там должны быть специальные программы и специальные кафедры, органично вписанные в струк-

▲ ***Победители и призеры ежегодного Детского научного конкурса, в котором участвуют школьники 5–11 классов, и ежегодного Российского научного конкурса для студентов, 2023 год***

туру университета, на которых изучали бы возрастную физиологию ребенка, практическую психологию, реальную дидактику, теорию и практику воспитания, а не обрушивали на головы студентов словесный мусор, как это принято сегодня во многих педагогических вузах. Все это зачастую псевдообразование и псевдофилософские обобщения, не имеющие отношения к реальной практике учителя.

Основное для учителя — глубокое знание предмета и педагогических и методических приемов, с помощью которых это знание можно передать наилучшим образом. И кстати, только в процессе практики станет ясно, может человек работать с детьми или не может.

И что делать, если выяснится, что не может?

Это ведь довольно типичная ситуация — окончил педагогический университет, пришел в школу и понял, что с детьми работать не может. Поэтому у дипломированного школьного учителя должна быть возможность перейти на другую специальность. Вариантов много, но они должны быть заранее предусмотрены при выдаче университетского диплома учителю.

Понимаете, если человеку не дано работать с ребенком, как его ни учи — толку не будет. Это как врожденный музыкальный слух — он либо есть, либо его нет. Но в любом случае несостоявшийся учитель не может быть принят на работу ни в органы управления системой образования, ни в методические службы, ни в педагогическую науку.

Я всегда считала, что в медицинские университеты надо принимать лишь тех, кто отработал санитаром в больнице, видел кровь и гной, менял повязки, выносил судна. Такой опыт сразу все расставит по местам и будет ясно — твое или не твое. Может быть, в педагогические университеты надо принимать абитуриентов, имеющих опыт работы ассистентом школьного учителя, например? Помощником?

Да, неплохая идея. Но я думаю, что надо создать нечто похожее на систему ординатуры, которая есть в медицинском образовании. Это такая форма последилового обучения выпускников медицинских вузов, а в нашем случае — педагогических, по итогам которого они получают право работать по профессии. Учеба длится год, и это, по сути, педагогическая практика в школах под руководством старших коллег.

Ошибки и непрофессиональные действия учителя страшнее, чем ошибки врача, потому что впоследствии могут обернуться многими и многими человеческими жизнями. Посмотрите на некоторые медийные личности и их окружение. Они же в школу ходили, кто-то их учил и воспитывал. И вот результат. Школа, конечно, может далеко не все. Семья играет ключевую роль. И тем не менее.

Разрушенную систему школьного образования нужно срочно восстанавливать. С чего начинать? Публичная дискуссия крутится в основном вокруг ЕГЭ. Но ведь понятно, что в образовании не это главное.

У нас нет развала системы образования. Она у нас есть, четкая и правильно выстроенная, дающая тот результат, ради которого она была создана, — воспитание безыдейных потребителей...

Главное в образовании — учитель. Надо вернуть учителю высокий общественный статус и уважение общества. Общество должно понимать, что учительская профессия — это важнейший приоритет в государстве, потому что от учителей зависит будущее страны. А у нас сегодня учитель — это сфера обслуживания, официант.

Но в первую очередь надо учителя защитить. Любое государство держится на учителях, врачах, ученых, военных. Собственно, без них не будет государства. И государство должно их защитить. Поэтому должна быть законодательно закреплена административная и уголовная ответственность семьи и самого ребенка за оскорбление учителя словом и действием. Пришла в школу мамаша, нахамила учителю — плати штраф, причем ощутимый, или походи на общественные работы. Оскорбил учителя действием? Уголовное дело передается в суд.

А параллельно надо поднимать престиж профессии, чтобы она стала уважаемой, хорошо оплачиваемой. Должна быть четкая связь зарплаты и квалификации учителя, его успешности. Я сейчас говорю не о портфолио и статьях в журналах, которые требуют с учителей, а о реальных результатах в школе. Есть гениальные педагоги, которым жалко тратить время на написание научных статей, методических пособий. Не всем это интересно, и не все это умеют. Он великолепен в классе, в работе с детьми. Это время он лучше проведет со школьниками на кружке или придумает, чем еще их можно поразить на очередном уроке. Есть прекрасные, но скромные учителя, которые не будут работать локтями, выбивая себе надбавки, гранты и премии.

Методы работы учителя индивидуальны. Они не всегда стандартизируются и могут полностью воспро-

изводиться другими. Для этого надо стать в точности таким, как передовой учитель, а это невозможно. Формализуются только наиболее общие, примитивные методики и приемы. Поэтому оценка работы учителя должна быть объективной и внешней, причем только по результатам его деятельности — какого человека он обучил и воспитал.

Я помню, как наши родители трепетали перед учителями и не любили ходить на родительские собрания. А если и ходили, то всегда были на стороне учителей. Если детей хвалили, родители воспринимали это как должное, если делали замечание по поводу ребенка, то приходили домой и ругали — мать позоришь, отца позоришь! А сегодня родители учат учителей, как учить, приходят выяснять, почему ребенку поставили двойку, вместе с адвокатом.

С моей точки зрения, прежде всего надо принять законы, защищающие учителя, вплоть до серьезной уголовной ответственности за действия, унижающие его достоинство, за клевету и прочее.

Еще один очень важный элемент статуса — оплата труда. Учитель должен получать очень хорошую зарплату. Не ту, что сейчас в регионах.

Несомненно. Учителя в регионах зарабатывают крайне мало. Система сама вынуждает и подталкивает учителей зарабатывать репетиторством, уходить в частный сектор, потому что прожить на пятнадцать тысяч сегодня невозможно. С моей точки зрения, зарплата учителей по всей стране должна быть на уровне московской и выше. Мне кажется, не такие уж это и огромные расходы для государства. Ведь это самая важная отрасль, на которой все зиждется.

Вообще, учитель — массовая профессия, как вы сами подметили. У нас их, наверное, миллиона два.

Нет, миллион с четвертью. А должно бы быть два миллиона, потому что учителей у нас катастрофически не хватает. А это означает, что работающие учителя перегружены. И это плохо, потому что не может учитель хорошо преподавать больше 20–23-х часов в неделю. Если у него уроков больше и он вкладывает в работу душу, то неизбежно начнется быстрый износ и нарастающее выгорание, а если учитель душу в работу не вкладывает, то это халтура. Второе случается чаще. Поэтому доход учителя должен быть повышен при разумной нагрузке.

Какова роль в этом всем Министерства просвещения? Оно вообще нужно?

Организация и обеспечение работы государственной образовательной системы — это прерогатива Минпроса, и его роль здесь огромна. Поэтому в системе управления образованием, прежде всего на муниципальном и региональном уровне, ведущими сотрудниками нижнего и среднего звена федерального министерства должны работать люди, за плечами которых есть успешный педагогический опыт. Не юристы, разве что

в юрторделе, не экономисты, разве что в бухгалтерии. Все должны глубоко знать и понимать школу, специфику работы учителя, предметы, которые они в свое время преподавали.

Министерство должно работать на результат — на достижения тех самых целей, о которых мы говорили в самом начале беседы. Оно отвечает за то, чтобы во взрослую жизнь после школы выходили молодые люди, здоровые физически и морально, любящие Отечество, чтобы они были воспитанными и образованными, усвоившими фундаментальный минимум знаний, и впоследствии стали достойными гражданами России.

ОДАРЕННОСТЬ

Каково достижение образовательной системы Фонда Андрея Мельниченко вы считаете наиболее значимым?

Только четверо из выпускников наших образовательных центров уехали учиться за рубеж. То есть четверо из почти восьмисот.

Вы точно знаете, что делать, поэтому и результаты получаете хорошие.

Да, вы это точно подметили. Мы в Фонде Андрея Мельниченко точно знаем, что и как надо делать, хотя общеобразовательная система — сложнейшая штука. Но мы видим цель и знаем, как к ней идти. Наша цель — помощь одаренным детям в глубинке. Благодаря профессиональному опыту в области школьного образования и работе с одаренными детьми, мы понимаем, что такое одаренность. И это понимание никогда не подводило.

Вы можете сформулировать, что такое одаренность? Одной фразой?

Это природные способности человека, позволяющие достигать результата выше среднего в какой-либо деятельности. Это довольно стандартное определение, и, как видите, оно совершенно не противоречит здравому смыслу и реальности.

Второй вопрос — что это за способности. Вот тут уже начинаются разночтения. Но в любом случае задача педагога — создать условия, чтобы эти способности были развиты и максимально реализованы.

Одаренность — это комплекс свойств личности. Она заложена на генетическом уровне. Это настоящий дар Природы, родителей, предков. Это их генетические комбинации сработали. Стержень одаренности — мотивация, доминирующая познавательная потребность. Такие дети много работают, потому что им это не тяжело, им это интересно, это доставляет им удовольствие. Они готовы отдавать все силы, чтобы понять, как устроен окружающий их мир. Это такое неисчерпаемое и сильное любопытство, которое движет всеми их поступками. Отсюда и результаты. Вот почему важно создавать создавать им условия для работы.

Есть исключительно способные дети, которым природа дала с избытком. Но при этом они ничего в жизни не добьются и не сделают, потому что нет мотивации и трудолюбия. Потому что ничего неохота. И сколько одаренных детей не становятся одаренными взрослыми! И сколько исковерканных судеб, потому что эти люди без реализации, как правило, плохо заканчивают. Кстати, в криминале очень много одаренных людей.

Поэтому роль учителя абсолютно судьбоносная?

Да, учитель стоит в начале судьбы человека. И если он увидел способности ребенка и области их приложения, то он поможет ребенку найти лучшую траекторию своей судьбы, то есть быть там, где его способности сделают его лучшим.

И вот здесь многое зависит от образовательной системы, потому что один учитель в поле не воин. Хотя даже в обычной школе учитель, если он действительно Учитель с большой буквы, может сделать очень много для учеников. Однако важно, чтобы система создавала благоприятные условия, чтобы у учителя были развязаны руки.

Фонд Андрея Мельниченко помогает встать на ноги именно одаренным детям в регионах?

Да, мы создали систему, нацеленную именно на таких детей, в российской глубинке. Чтобы из ребенка, одаренного в области математики, физики и химии, который пришел к нам, получился одаренный и реализовавший свои способности взрослый в будущем. Мы взяли за основу советскую систему дополнительного образования и модернизировали ее под современные требования и реалии.

Мы работаем с учителями, и со школьниками, углубляем их фундаментальные знания по предметам (математике, физике и химии), развиваем навыки проектной деятельности, очень важные в современном мире. Многим нынешним ученым не хватает умения воплотить свою идею, открытие или изобретение в жизнь. К сожалению, в школах этому не учат, а в наших центрах — учат. Мы создали систему социальных лифтов, чтобы наиболее трудолюбивые дети могли успешно двигаться по жизни и реализовывать свой потенциал.

Двое из сотни детей приходят в мир с ярко выраженной потенциальной одаренностью, которую надо реализовать. Но одаренность не делает ребенка лучше или хуже, они просто другие. И это не гарантия будущего успеха. Одаренному больше дано, поэтому и спрос с него должен быть больше. Но ему нужна точка опоры, чтобы перевернуть весь мир. И мы надеемся, что такой точкой опоры для наших воспитанников является Фонд Андрея Мельниченко и центры детского научного и инженерно-технического творчества в Барнауле, Бийске, Кемерове, Кингисеппе, Киселевске, Ленинске-Кузнецком, Невинномысске, Новомосковске и Рубцовске.

Интервью взяла
Л.Н. Стрельникова

С.М. Комаров

Техническое творчество — в массы!

Тринадцатого июня в Москве прошло очередное Научное кафе «Эпоха просвещения: перезагрузка?», организованное Фондом Андрея Мельниченко при помощи редакции журнала «Химия и жизнь». Темой встречи были проблемы образования в Российской Федерации. В частности, для участия в кафе пригласили учащихся из Кемерово, которых поддерживает фонд в рамках своей основной, образовательной программы. В ее рамках был создан центр «УникУм» при Кузбасском политехе. Задача центра — поиск перспективных школьников и привлечение их к научно-техническому творчеству. В зависимости от возраста перед школьниками ставят посильные задачи.

Тепло из Земли

Вот, например, Григорий Плаксин, закончивший в 2023 году 8-й класс. Он создал макет гидротермальной электростанции. Ни для кого не секрет, что внутри Земли есть бесконечные, с точки зрения человеческой цивилизации, запасы энергии. И, используя известный афоризм Мичурина, — взять их, вот наша задача. Однако сделать это совсем непросто, ведь легкодоступное тепло планеты низкопотенциально, то есть имеет крайне низкий потенциал нагрева. Есть устройства, позволяющие нагревать подземным теплом небольшой дом на поверхности земли, но для промышленной энергетики это не годится. Для нее нужны вода или пар с температурой выше 100°C. Такая горячая вода имеется лишь в районах вулканической активности, а на территории России — это Камчатка, Курильские острова и, возможно, Кавказ. Именно на Камчатке при советской власти построили две геотермические станции. Одна, Паратунская, использует горячую воду с температурой 70–100°C для отопления близлежащих помещений бальнеологической клиники. Вторая, Паужетская ГеоЭС, предназначена для выработки электричества за счет использования перегретого пара, поступающего из недр Земли. Опыт ее работы учли в новом комплексе Мутновских ГеоЭС, работающих с 2002 года.



▲ Григорий Плаксин рассказывает о тонкостях работы своего макета геотермальной электростанции

Впрочем, перед Григорием Плаксиным не стояла задача показать технические нюансы работы такого рода станции, главное было продемонстрировать принцип. С использованием 3d-принтера он изготовил миниатюрные котлы, теплообменники, градирни и прочие устройства, которые нужны для превращения тепла Земли в электричество, и собрал электромеханическую схему, которая показывала работу этой электростанции. Турбины вращались, из градирен и гейзера шел пар, офисное здание сияло электрическими огнями.

Как часто бывает у начинающего инженера, не все системы были продуманы. Например, как раз во время демонстрации макета перед журналистами кончился заряд питающего аккумулятора. Это не беда, а опыт: необходимо всегда продумывать резервные системы питания важных объектов.

Такие ошибки совершают и опытные инженеры, как тут не вспомнить фиаско посадочного модуля Филы на комете Чурюмова — Герасименко во время экспедиции «Розетта» Европейского космического агентства. Оснащенный лишь солнечной батареей, Филы попал в зону вечной тени и не смог выполнить обширную программу исследования минералов кометы. А ведь так просто было оснастить его радиоактивным источником питания.

Мене, текел, фарес

Обучающая система создания искусственного интеллекта, ИИ, — это то, над чем работает ученик 11 класса Вячеслав Чертан. Сейчас свой ИИ не пытается создавать только ленивый, а в основе любого ИИ лежит нейронная сеть. Она на программном уровне моделирует работу мозга, для чего в ней есть узлы, хранящие информацию о способах обработки входящих данных.

Как следует из теории, для каждого явления, в том числе общества и самого человека, есть система линейек, позволяющих его измерить и запротоколировать. При этом, в соответствии с принципом «мене, текел, фарес» (исчислен, взвешен, разделен), изложенном невидимой рукой на стене во время пира Валтасара, каждому свойству присваивается вес. При обучении нейронная сеть совершенствует свою систему мер и весов и в результате приобретает способность объяснять значения даже туманных фраз.

При создании реальной нейросети инженер-программист должен решать задачу оптимизации, а именно, сколько нейронов нужно в нее встроить, чтобы задача была решена в обозримое время. Конечно, в идеале, и этого идеала когда-нибудь люди достигнут, число нервных узлов сети достигнет уровня триллиона и превысит способности человеческого мозга. Однако при нынешней кремниевой

▼ Вячеслав Чертан (на переднем плане) всегда готов обсуждать проблемы нейронных сетей, а Егор Семенов — способы повышения рентабельности утилизации старых шин



вычислительной технике эта задача нерешаема. А вот, скажем, моделирование мозга (если это так можно назвать) пчелы, который состоит из двух десятков нервных узлов, уже под силу.

В созданной при участии Вячеслава Чертана программе можно задавать число узлов нейронной сети и решать простейшую задачу — определять принадлежность растения к тому или иному виду. В зависимости от того, сколько успешно сеть справляется с задачей, число узлов можно изменять в большую или меньшую сторону. Несомненно, по мере совершенствования, эта обучающая система превратится в прекрасный полигон, на котором творцы искусственного интеллекта смогут оттачивать свои умения и создаваемые ими ИИ будут решать поставленные задачи не хуже, чем упомянутые пчелы с их двумя десятками нервных узлов, и уж точно лучше, чем советники Валтасара

с их триллионом нейронов на всех, которые не поняли, что надпись на стене означает: ты разгневал Господа, и он отдал твоё царство персам; что и случилось наутро после упомянутого пира.

От шины к маслу апельсина

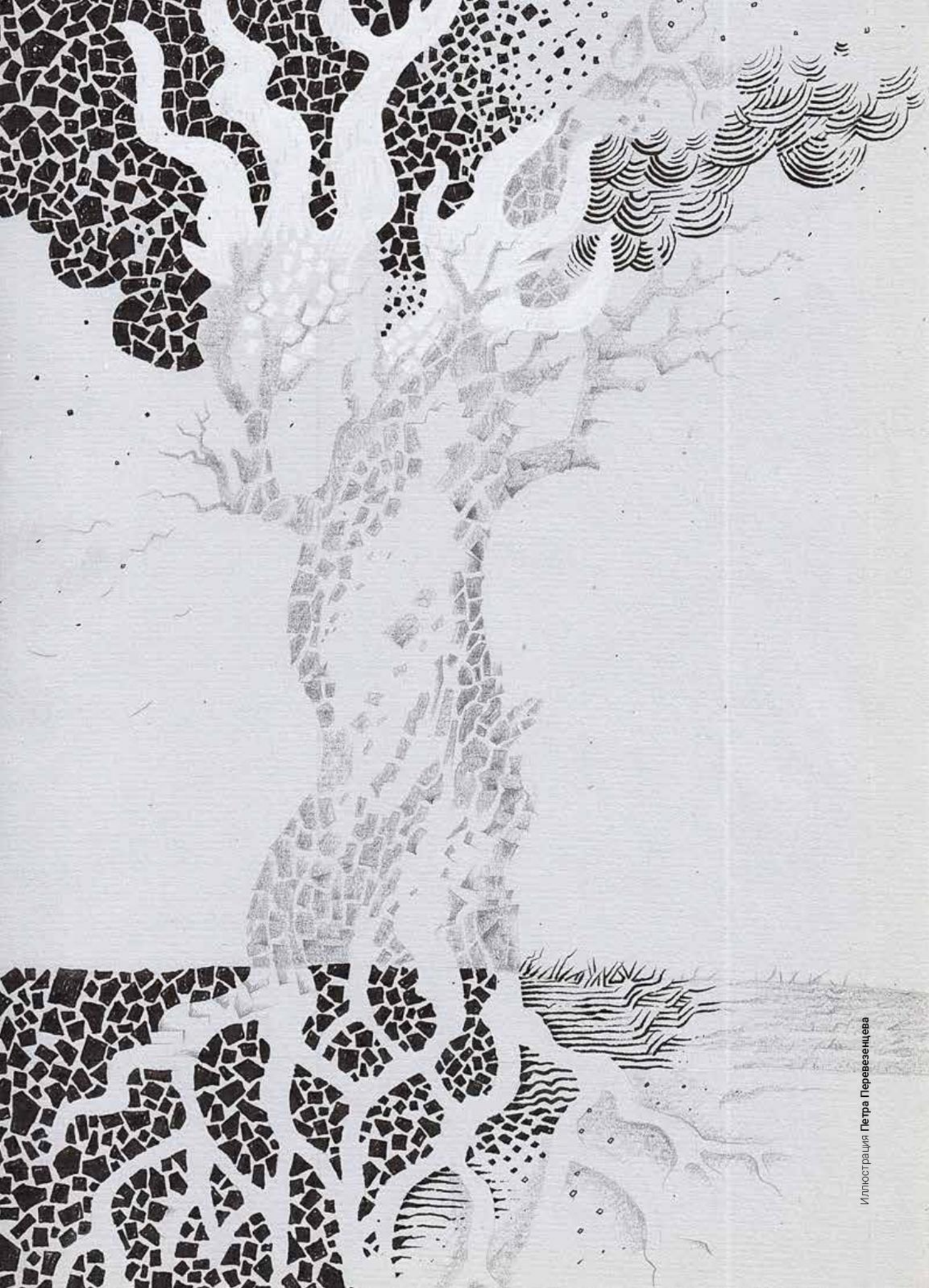
Егор Семенов, который в 2023 году окончил 10-й класс, решал менее общую, но не менее актуальную задачу, чем ИИ, — как обеспечить рентабельную переработку шин. Для Кузбасса эта задача чрезвычайно важна: суть ее сразу поймет любой, кто видел карьерный самосвал. А для того, кто не видел, сообщаем: его шина в два-три раза больше роста человека. И эти гигантские шины — расходный материал, который нужно куда-то девать.

Для утилизации любых шин придумано немало процессов, «Химия и жизнь» беспрерывно о них сообщает с самого своего основания в 1965 году. Люди пробуют все, от размола и добавления крошки в асфальт или гибкую черепицу до пиролиза. Однако соответствующие предприятия ведут себя подобно грибам: при наличии дождя финансирования они как будто развиваются, но как только выясняются финансовые и организационные нюансы, то засыхают на корню, а проблема шин при этом остается. Выход ищут в комплексной переработке, когда шины не сжигают или закапывают, а извлекают из них дорогой продукт, способный увеличить прибыль переработчиков.

Таковыми дорогими веществами оказались лимонен и цимен. Первый составляет основу запаха апельсина, а второй служит консервантом, в частности, для косметики. Основой переработки шин служит пиролиз, то есть нагрев шинной крошки без доступа кислорода. При этом составляющие резину углеводороды распадаются на пиролизный газ, пиролизное масло и уголь. О том, как использовать уголь, рассказано в статье в этом номере, газ сжигают, а вот насчет масла имеются идеи.

Простейшая — использовать как жидкое топливо — особой популярностью не пользуется. Поэтому возникает желание применить масло как химическое сырье. Однако химикам нужно сырье стабильного состава. Именно на Кузбассе с этим нет проблем: шины карьерных самосвалов и, соответственно, продукты их переработки имеют вполне стабильный состав. Для выделения лимонена и цимена Егор Семенов собрал лабораторную установку, выявил параметры пиролиза, дающие максимальный выход этих веществ, а также условия двойной перегонки, обеспечивающие высокий выход этих продуктов.

Примерно так, работая с каждым одаренным школьником, Фонд Андрея Мельниченко помогает формировать новое поколение технической элиты страны. В принципе, сложившаяся в РФ ситуация не уникальна. В КНР культурная революция и безумные действия хунвейбинов выкосили одно поколение исследователей во всех областях науки и культуры, оставив престарелых профессоров наедине с малограмотной молодежью. Китайцы решили проблему кадров за счет образования за границей. Теперь нас жизнь заставляет исправлять допущенные в 90-е годы ошибки, однако есть шанс обойтись своими силами.



Уголь плодородия

Биоуголь — не так давно появившаяся идея борьбы с глобальным потеплением. Как она будет работать?

Как захоронить углерод?

В принципе любой уголь можно назвать био-, коль скоро, согласно общераспространенному мнению, это результат преобразования некогда живого вещества. Однако для задач борьбы с парниковым эффектом разделение на каменный, стало быть, ископаемый, уголь и тот, который получают сжиганием современной органики, вполне оправданно. Ведь при сжигании каменного угля человек высвобождает древний углекислый газ: его растения изъяли из атмосферы планеты триста с лишним миллионов лет назад. А сжигая дрова, солому, кизяк, — выпускает на волю вполне современный, изъятый в крайнем случае сто лет назад, а то и вовсе в предыдущем году.

Стало быть, освобожденный древний углерод усилит парниковый эффект, а современный никак на нем не скажется: сколько ушло, столько и пришло. Если этот современный углерод закопать понадежнее, парниковый эффект снизится, форточка приоткроется, через нее больше тепла утечет в космическое пространство и потепление пойдет медленнее.

Казалось бы, в чем же проблема? Сажай как можно больше деревьев, они запасут в своих стволах много углекислого газа и так форточку распахнут. Собственно, на это направлены программы миллион-миллиард-триллион деревьев. Однако тут есть маленький нюанс. Когда дерево погибнет, оно сразу начнет разлагаться, возвращая запасенный углерод в атмосферу в виде углекислого газа. Но не только его: микробы, перерабатывающие растительные остатки, выделяют еще метан и закись азота, а это сильнейшие парниковые газы с потенциалом потепления в 11 и 265 раз больше, чем у углекислого газа. При этом закись азота еще и озон уничтожает. И выходит, что идея с выращиванием деревьев дает лишь временное облегчение.

А если речь идет об однолетних растениях, то и вовсе изъятый при фотосинтезе углекислый газ они возвратят за несколько лет и изрядно сдобрят его интенсивным по-

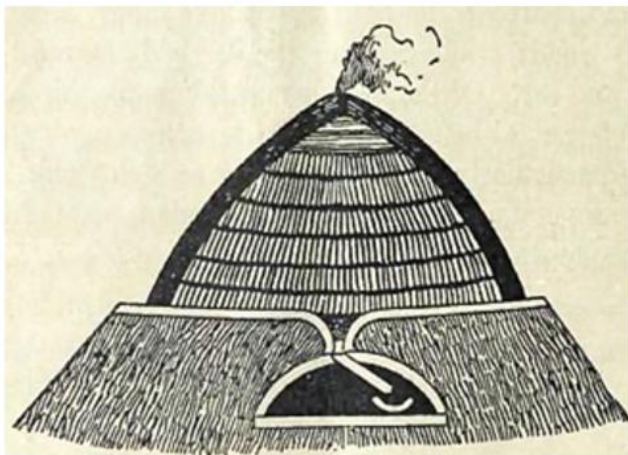
током метана и закиси азота. Таких однолетников много, ведь это основные сельхозкультуры, которыми засеяно ни много ни мало 15 с лишним млн км², или 10% суши. И на всей этой площади ежегодно получают помимо урожая огромное количество побочной продукции: от соломки до ботвы. Их либо сжигают, либо оставляют гнить, то есть, если смотреть с точки зрения борца с глобальным потеплением, быстро превращают в парниковые газы. В общем, сельское хозяйство обеспечивает 15% антропогенной эмиссии потепления, если пересчитать ее на углекислый газ.

Естественно, возникает вопрос: а есть ли способ уменьшить аграрный поток антропогенной эмиссии? Сделать так, чтобы запасенные растениями углерод и азот не сразу же улетали в атмосферу? От этого будет двойная польза — и повышение урожайности за счет накопления в почве углерода с азотом, и снижение парникового эффекта. Именно эти задачи и призван решить биоуголь, продукт сжигания растительных остатков без доступа кислорода.

Индийский чернозем

История промышленности биоугля насчитывает чуть более тридцати лет. Она начинается с того, что почвоведы решили разобраться, что такое «терра претта», черная земля в переводе с португальского. А раньше эта земля интересовала разве что археологов. Изучая следы древних поселений в бассейне Амазонки, они постоянно натывались на участки с плодородным грунтом. И это казалось чудом, ведь в тропиках, где процессы разложения органики идут очень быстро, гумус не накапливается и знаменитые тропические леса растут фактически на голом песке. В общем, для сельского хозяйства местность малоприспособлена. И действительно, индейцы, живущие в бассейне реки, немногочисленны, сейчас их от силы двести тысяч человек на весь огромный регион и занимаются они охотой, рыбной ловлей да собиранием корней.

Однако есть мемуары доминиканского монаха Гаспара де Карвахала, который в 1540 году вместе с экспедицией конкистадора Франсиско де Орийяны, приятеля Франсиско Писсаро, прошел путь от истока до устья Амазонки. Кстати, именно в ходе этой экспедиции де Орийяна и дал название реке, поскольку ему пришлось сражаться против индейцев, в чьих отрядах женщины воевали на равных с мужчинами, что напомнило ему античный сюжет. Так вот, Карвахаль рассказывает о многочисленных укрепленных поселениях, застроенных монументальными зданиями и связанных прекрасными дорогами, которые протянулись по берегам реки на сотни километров.



▲ В древности кучу из поленьев обмазывали глиной, обкладывали дровами и поджигали их. Древесина разлагалась на газ, который вылетал в отверстие сверху, деготь, стекавший в специальную яму, и уголь для нужд металлургии

Четыре сотни лет исследователи считали это поведение выдумкой, но вот в семидесятых годах XX века, в связи с вырубкой амазонских лесов, стали открываться удивительные творения какой-то древней цивилизации, причем очень хорошо различимые с самолета. Речь идет о геоглифах — геометрических фигурах, нанесенных на землю в верховьях Амазонки. Современные лидарные исследования и вовсе обнаруживают в тропических джунглях следы огромных поселений, действительно связанных дорогами.

В общем, согласно современным данным, ко времени прихода испанцев в Новый Свет вдоль Амазонки проживало не менее пяти миллионов человек, которые вели достаточно сложное хозяйство. Затем большинство из них умерло от занесенных испанцами болезней вроде оспы, а оставшиеся, спасаясь от банд работорговцев, отказались от земледелия и перешли к кочевому образу жизни, встав на путь вторичного одичания. Впрочем, этнологи замечают в социальной структуре амазонских индейцев следы былой земледельческой культуры с доминированием аристократии.

Естественно, археологов заинтересовал вопрос: как скудная тропическая почва могла прокормить столько народа? Вот тогда и всплыл феномен терры претты. Внимательно изучив эти черные земли, исследователи пришли к выводу, что происхождение плодородной почвы искусственное: в ней оказалось много черепков глиняной посуды. А дальше придумали и механизм формирования таких почв — перемешивание навоза, компоста, бытового мусора с древесным углем, благо в тропиках недостатка в древесине нет, а пережигать дерево на уголь в земляных печах человечество научилось в глубокой древности. По разным оценкам, такие почвы занимают от долей процента до 10% площади земель Амазонии и служат наряду с геоглифами своеобразным памятником исчезнувшей доколумбовой цивилизации.

Кустарный биоуголь

Похоже, что размышления о том, как бы приспособить древнюю индейскую практику для выгоды современного человечества, и привели к тому, что в 2006 году на Международном конгрессе почвоведов в Филадельфии была основана Международная биоугольная инициатива. Ее задача — поддержать исследования биоугля и внедрить придуманные технологии его производства и методов использования в сельское хозяйство.

Проблем же у биоугля две. Первая — это высокая стоимость продукции, из-за чего фермеры во всем мире не спешат его использовать. Вот как рассуждают китайцы. Тонна биоугля обходится в 1800 юаней. На один гектар надо внести по меньшей мере 10 тонн биоугля, то есть затратить 18 тысяч юаней. Если предположить, что биоуголь работает три года, то для покрытия этих затрат он должен обеспечить ежегодную прибавку урожая на 6000 юаней. В принципе можно учесть плату за утилизацию углекислого газа (150 юаней за тонну), что позволит ограничиться ростом дохода на 5000 юаней. Однако один гектар дает лишь 10 тонн риса, а госцена на него — 3000 юаней за тонну. То есть один гектар приносит 30 тысяч юаней, и, чтобы дело было выгодным, биоуголь должен повысить урожайность на 15%. И стоит ли овчинка выделки? Ответ на этот вопрос составляет вторую проблему биоугля — как обеспечить экономическую выгоду при его использовании.

Биоуголь получают пиролизом, нагревая органику до высокой температуры без доступа кислорода. При этом идет деструкция биополимеров, углеродные цепочки частично сворачиваются в ароматические кольца, обеспечивая углю механическую прочность, а частично превращаются в газ, прежде всего метан, водород и угарный газ, и углеводородную жидкость, бионефть.

Специалисты различают три вида пиролиза: террификация, пиролиз медленный и пиролиз быстрый. Известный с древности процесс в земляных печах, когда древесину помешали в яму, сверху плотно замазывали глиной и затем над ямой несколько часов жгли костер, как раз и проводил террификацию, когда температура не превышала 350°C, а угля получалось много — до 70% от заложенной древесины.

При медленном пиролизе нагрев проходит до 300–550°C со скоростью полградуса в секунду и весь процесс превращения занимает менее часа. Медленный пиролиз можно проводить непрерывно, засыпая в один конец установки измельченную и высушенную биомассу, архимедов винт протягивает ее с заданной скоростью через печь и на втором конце высыпается уголь. Угля получается 25–35% и от 30 до 50% бионефти и пиролизных газов. И то, и то разделяют и как-то используют.

При быстром пиролизе размолотую в пыль биомассу засыпают в реактор, где она за секунды нагревается до 300–1000°C. Этот процесс выдает 10–30% биоугля, 50–70% бионефти и 15–20% пиролизных газов. Ну и в зависимости от того, какова цель переработки биомассы —

получение угля, нефти или отопление — выбирают ту или иную схему.

В принципе, делать биоуголь может каждый, причем практически бесплатно. То есть, не тратя средств на производство, но и не получая денег от продажи продукции. В самом простом виде пиролизная установка — это положенная на бок металлическая бочка, под низ которой выведена из ее верха труба с отверстиями. Бочку кладут на подставку и сооружают вокруг нее кирпичную конструкцию с крышей и трубой. В бочку загружают сухую древесину, солому, навоз, в общем растительную биомассу, под бочкой же разводят костер.

Через непродолжительное время происходит чудо: проходящая под бочкой труба становится горелкой — из просверленных в ней отверстий начинают вырываться языки пламени. Это означает, что процесс пиролиза вошел в самоподдерживающуюся стадию и больше не требует добавки дров в костер: все сделает горящий пиролизный газ. Этот газ дает большую экономию на дровах. Фактически выделяемая при пиролизе энергия в десять раз превосходит ту, что надо затратить для его инициации. Сжигание пиролизного газа не только дает энергию, но и предотвращает загрязнение атмосферы метаном и водородом, выхлопа углекислого газа избежать конечно же не удастся, но это будет лишь треть содержавшегося в биомассе углерода. Когда горелка погаснет, значит, разложение биомассы закончилось.

За сутки бочка остынет, и можно выгружать биоуголь. Продать его вряд ли удастся, ведь в таком кустарном процессе нет никакой гарантии, что получившийся уголь всегда будет обладать некими стандартными свойствами. Однако для личного использования он подойдет, в конце концов ни один садовод-огородник не задумывается о качестве используемой золы. Зато сделав из бочки пиролизическую установку и используя ее вместо привычного костра для сжигания растительных остатков, он сможет гордиться вкладом, внесенным в борьбу с глобальным потеплением.

Сертифицированный биоуголь

Конечно, при кустарном производстве теряется огромное количество тепла; его можно отправить разве что на сушку следующей партии сырья для производства биоугля. Качественный сертифицированный биоуголь с гарантированным содержанием углерода и минеральных компонентов получают на крупных установках пиролиза. И там же утилизируют высвобождаемую при пиролизе энергию. Вот как эта система работает в Калифорнии, где оперирует компания Pacific Biochar.

Ни для кого не секрет, что, благодаря мерам по защите дикой природы от рубки и пожаров, в Калифорнии сложилась ужасная ситуация: за годы борьбы в лесах скопилось огромное количество горючих материалов, и они вызывают катастрофические пожары. Теперь нужно леса чистить, однако куда девать горы высохшей древесины, ни на какие поделки не годной? Возникла



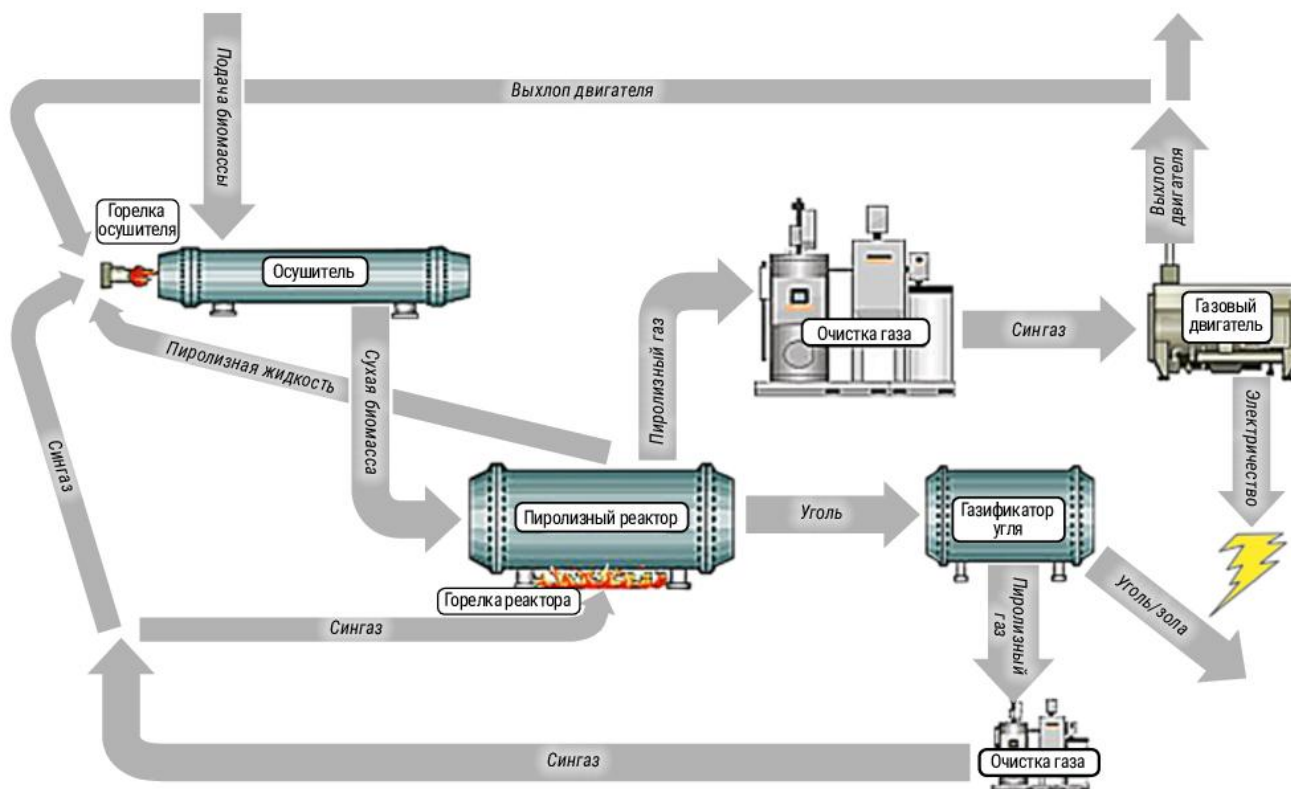
▲ Если пиролизный газ не утилизировать, процесс получается очень грязным

▼ С помощью трубы пиролизный газ можно вывести и потом сжечь под днищем бочки, обеспечив длительный нагрев



мысль сжигать ее на тепловых станциях и получать электричество с теплом. Такие станции построили и до поры до времени на них просто сжигали дрова, обеспечивая два полезных дела. Во-первых — снижали риск лесных пожаров. Во-вторых, обеспечивали нулевые выбросы углерода при производстве энергии и получали премию в виде углеродных кредитов.

Pacific Biochar пошла дальше. За не столь уж большие деньги она проводит модернизацию этих энергетических станций, чтобы вместо сжигания в их печах шел пиролиз древесины. Пиролизный газ идет в топку, бионефть отправляют на переработку в моторное топливо, а биоуголь компания продает фермерам. Сейчас у нее есть четыре продукта: уголь с низкой зольностью, на 85–90% состоящий из углерода; уголь с высокой зольностью и содержанием углерода 65%, он служит для раскисления почв; уголь, смешанный с рисовой шелухой и переработанный дождевыми червями, который отлично работает



▲ *Схема промышленного процесса совместного получения биоугля и энергии*

искусственным грунтом для получения качественной рассады, и, наконец, компост, заправленный биоуглем.

Нечто подобное, то есть биоуголь или содержащий его грунт, предлагают и многие другие компании такого профиля, ведь годовое производство биоугля составляет около миллиона тонн, и к 2030 году его рынок должен вырасти с нынешних примерно 200 млн долларов до 450 млн долларов. Конечно, если речь идет о захоронении углекислого газа, это капля в море, ведь антропогенный выброс исчисляется миллиардами тонн. А если думать о повышении плодородия почв, то получается совсем немало: можно облагородить сотню тысяч гектаров. Работу биоугольных копаний интенсивно финансируют благотворительные фонды. Например, фонд компании Microsoft заказал компании Pacific Biochar производство биоугля с последующей поставкой в развивающиеся страны с засушливым климатом: биоуголь неплохо удерживает влагу и помогает растениям противостоять засухе.

Что в биоугле лежит?

Уже из перечисленной продукции небольшой компании, занятой производством биоугля, видно, что расчет идет не просто на длительное захоронение углерода в почве, но и на его использование как удобрения, точнее, нового средства повышения плодородия. На чем же основаны эти идеи?

Нельзя сказать, что агрономическая наука далеко продвинулась, хотя работа и проделана большая. Если провести анализ публикаций, выяснится, что добавка биоугля в почву в различных экспериментах, на различных почвах и для различных культур может как повысить урожай, так и снизить его. Однако в среднем все равно выходит плюс: биомасса растет на 12,5%, урожайность — на 8,7%. При этом лидерами оказываются бобовые, которые дают прибавку в 30,3%, за ними овощи (28,6%) и травы (13,9%). Из зерновых лидером оказывается пшеница — 11,3%, у кукурузы прибавка меньше — 8,4%, а у риса и вовсе 5,5%. Лучше всего на биоуголь отзываются кислые песчаные почвы. При pH менее 5 прибавка урожая может превышать 30%, а вот на нейтральных почвах биоуголь даже несколько снижает урожайность.

Однозначно плохо сказывается уголь, изготовленный из бытовых отходов: падение урожайности достигнет 10%. Лучший же уголь получается при пиролизе ила с древесиной — прибавка под 40%. На втором месте стоит уголь из навоза — около 30%. А вот с соломой история сложнее, тут все сильно зависит от температуры пиролиза. Если она меньше 350°C, биоуголь будет вредным, потому что он снизит урожайность почти на 15%. Если же пиролиз соломы проводили при 550°C и выше — то урожай вырастет на 20%. Древесину надо превращать в уголь при температуре не ниже 350°C, а навоз — в интервале температур от 350 до 550°C.

В чем же благотворное действие биоугля на почву? Ведь, казалось бы, если таким способом предполагается захоранивать на столетия изъятый из атмосферы углерод, он никоим образом не должен участвовать в

круговороте почвенных веществ. И действительно, сам угольный углерод в обороте не участвует, однако есть другие факторы.

Мы уже знаем, что биоуголь служит сильным раскислителем. И это хорошо, ведь многие сельскохозяйственные культуры предпочитают почвы с нейтральной или немного щелочной реакцией, поскольку на кислых они не могут усвоить питательные вещества. А почвы у нас, как правило, кислые, и их постоянно подкисляют, внося тот же перегной. Неудивительно, что инертный уголь, изменяя всего лишь кислотность, сразу увеличивает возможности растений потреблять плодородные вещества почвы.

Однако биоуголь вовсе не инертен. Мало того что при пиролизе имевшиеся в растениях азот, калий, фосфор никуда не деваются, а остаются в угле и при разрушении его частиц станут высвобождаться. Так он еще обладает и сильно развитой пористой структурой. За счет нее уголь оказывается уникальным компонентом почвенной системы.

Эти поры обеспечивают микроаэрацию почвы, доставляя воздух почвенным микроорганизмам, и вообще предоставляют микробам кров и стол: на стенках пор сорбировано немало питательных для них веществ. В результате биомасса микробов в почве с биоуглем может вырасти в два раза. Охотно осваивают кусочки биоугля и грибы, точнее, их грибница, микориза. А это важнейший компонент растительного сообщества: грибница заставляет корни растений ветвиться и, стало быть, осваивать большую площадь, а также сам гриб, разлагая минеральные вещества, высвобождает питательные элементы. Есть даже подозрения, что грибница способна доставлять растению воду из таких почвенных закоулков, куда корни дотянуться не могут, и это помогает пережить засуху.

Обычно из-за многократной вспашки и применения ядохимикатов и грибница, и микробное сообщество почвы сильно страдают, поэтому сельскохозяйственные земли оказываются своеобразной микробной пустыней, лишенной плодородия. Человек же вынужден увеличивать дозы минеральных удобрений для сохранения урожайности. А применение удобрений — это не только выбросы парниковых газов в атмосферу при их производстве, это еще и выбросы при потреблении удобрений, в первую очередь азотных, почвенными микробами. Стало быть, чем меньше удобрений, тем меньше вклад аграриев в парниковый эффект.

Кроме того, пористый уголь оказывается прекрасным сорбентом для питательных веществ. Зачем это нужно? Питательные вещества растворимы, их едят бактерии, поэтому они довольно быстро покидают почву, что требует постоянного внесения удобрений. Которые опять-таки быстро вымываются из почвы, создавая порочный круг. Уголь запирает в своих порах фосфор, калий, азот с тем, чтобы потом постепенно их отдавать, становясь удобрением длительного действия.

Есть оценки, что вымывание фосфора, азота, многих микроэлементов из почвы, насыщенной углем, сокращается на треть. При этом замедляется превращение соединений азота и углерода в парниковые газы, закись азота и метан, в результате почвенная эмиссия этих газов падает вполтину. Интересно, что ионы тяжелых металлов, собираясь на стенках пор, охотно превращаются в нерастворимые карбонаты. Таким образом уголь чистит почву от этих загрязнителей, так же, как и от остатков ядохимикатов.

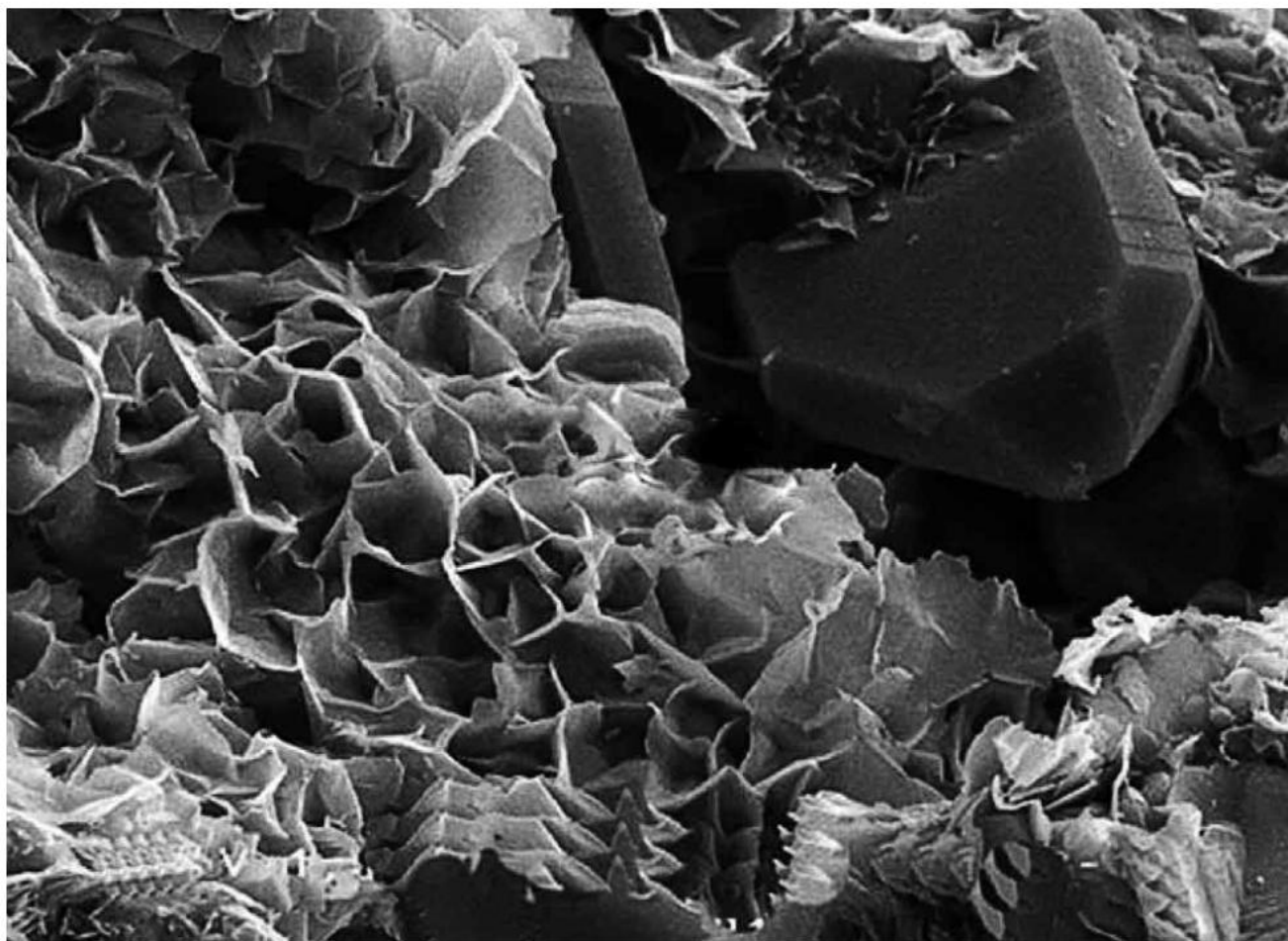
Наконец, добавки угля помогают бороться с засухой, поскольку уголь отлично впитывает влагу, а потом, так же, как и питательные вещества, постепенно возвращает ее в почву по мере высыхания последней.

А сколько же надо добавлять угля в почву, чтобы добиться всех этих выигрышей? От 10 до 20 тонн на гектар, и делать это надо раз в два-три года. Перед внесением уголь полезно пропитать удобрениями. В противном случае в первый год может наблюдаться снижение урожайности из-за того, что уголь впитает часть полезных веществ прямо из почвы с тем, чтобы отдать их позже. А можно и вовсе добавлять уголь в растительные остатки, предназначенные для превращения в компост. Тогда перегнивание пойдет быстрее и питательные вещества сразу окажутся в угольных частицах, которые защитят их от разбазаривания.

Каждый может побороться за климат

Сколько же углекислого газа можно захоронить, закапывая биоуголь в почву? Посчитаем. Площадь пахотных земель составляет 1,5 млрд га. Если исходить из нормы 20 тонн биоугля на гектар раз в два года и доли углерода в таком угле в 65%, выходит захоронение под 10 млрд тонн углерода ежегодно, что соответствует более 35 млрд тонн углекислого газа, то есть чуть меньше, чем вся мировая эмиссия от сжигания ископаемого топлива в 2021 году. И это не считая эффекта от снижения выделения из почвы метана и закиси азота, а также вклада от использования пиролизных газов для энергетики. Впрочем, видимо, нет никакой возможности обращать в уголь столько биомассы, чтобы его хватило на все поля Земли. Специалисты из Международной ассоциации биоугля оценивают его потенциал гораздо скромнее: 12% антропогенной эмиссии парниковых газов.

В общем, как видно, у людей имеется неплохой ресурс, позволяющий одновременно утилизировать растительные остатки, повысить плодородие почв и изъять углекислый газ из атмосферы с его безопасным захоронением на долгие годы. Интересно, что свой вклад в это дело может внести любой садовод-огородник, собрав нехитрую пиролизную установку из металлической бочки и трубы. Тем более что в связи с ужесточением правил пожарной безопасности сжигать в костре ветки, получаемые при обрезке садовых растений становится все труднее и труднее.



Металл на бумаге

Некотрые вещи кажутся невозможными просто на основании повседневного опыта. Однако игнорирующие его экспериментаторы иногда добиваются замечательных результатов. Так было, например, когда Андрей Гейм и Константин Новоселов научились получать атомарные слои углерода, графена, буквально на коленке, с помощью обычного скотча.

Подобный подход в лоб к давней проблеме только что реализовали пекинские физики, которые сумели покрыть листовые материалы жидкими легкоплавкими металлами. Ученые из Университета Цинхуа под руководством научного сотрудника Юань Бо (Bo Yuan) нанесли легкоплавкие соединения галлия, индия,

висмута и олова сначала на пластик, а с него — на бумагу.

Раньше ученых не могли преодолеть высокое поверхностное натяжение жидких металлов, которое не дает возможности покрывать ими большинство обыденных для людей материалов. Поэтому приходилось применять разные добавки и переходные связующие слои. Однако это усложняет процесс и плохо сказывается на электрических, тепловых и механических свойствах конечного продукта.

Рецепт оказался прост. Физики сначала нанесли металлы на силиконовые листы, а затем проводили этими листами по поверхности бумаги с различными скоростями и прижимающими силами. Так удалось выбрать режимы, которые позволили сплошным слоем покрыть лист бумаги. Юань Бо утверждает, что для прилипания жидкого металла к различным

несмачиваемым поверхностям нужно всего лишь подобрать оптимальное давление, при котором эффективно прилипают капли металла.

В будущем для нанесения слоев физики надеются испытывать самые разные поверхности, например металлы и керамику. Эти материалы могут послужить дешевым сырьем для различных multifunctional конструкций, обертки товаров и мягких origami-роботов (см. «Химию и жизнь», 2022, 8). Проводящий электрический ток бумага сохраняет механические свойства и легко складывается в разные объемные фигуры. Она имеет память формы, поэтому из нее можно изготовить разные электронные приборы, например приемные и передающие антенны.

Оберточный материал из такой бумаги требует нанесения дополнительного покрытия, иначе металлический слой будет легко стираться при сопри-

косновении с ним. Сейчас инженеры заняты разработкой оборудования для массового производства. Статья об исследовании вышла в журнале *Cell Reports Physical Science*.

Гиперкубан в кристаллах

Куб — одна из самых простых фигур, однако он остается экзотикой для мира углеводородных молекул, которые принимают самые причудливые формы. Кубическая углеводородная молекула была получена путем сложного и многоступенчатого синтеза лишь в 1964 году.

Кубан (C_8H_8) оказался очень устойчивым и плотным соединением, почти вдвое плотнее бензина. C_8H_8 стал родоначальником целого семейства молекул, которые применяют как лекарства и эффективные топлива.

В 2014 году химик Фабио Пичиери, вдохновленный успехом кубана, предложил еще более сложную молекулу — гиперкубан ($C_{40}H_{24}$), которая имеет две оболочки, вложенные одна в другую. Форма молекулы похожа на геометрическую проекцию на наше трехмерное пространство экзотической четырехмерной фигуры. Это четырехмерный куб или гиперкуб. Три года назад китайские ученые исследовали двумерные кристаллы на основе молекулы $C_{40}H_{24}$.

В МИФИ гиперкубан начали изучать в 2017 году. Сначала казалось, что молекула такой формы должна моментально рассыпаться. Однако расчеты показали, что при комнатной температуре она может существовать около 3 миллионов лет. Физики решили пойти дальше и проверить, сможет ли молекула гиперкубана образовать трехмерные кристаллы. Для этого ученые под руководством профессоров К.П. Катина и М.М. Маслова провели квантово-механическое моделирование, построили структурные модели кристаллов и рассчитали их оптические свойства.

Результаты превзошли все ожидания. Оказалось, что гиперкубан может образовать все три типа кубических кристаллических решеток: простую, объемно-центрированную и гранецентрированную. Их плотность

не превышает плотности алмаза. Первые две формы оказались полупроводниками, последняя — проводником. Расчеты инфракрасных и рамановских спектров позволили определить характеристические пики, которые послужат маркерами для идентификации кристаллов в случае успешного синтеза. Ученые также получили формы спектров в видимой и ультрафиолетовой области.

Физики предполагают, что необычные электронные и оптические свойства кристаллических форм гиперкубана, а также их прочность и стабильность, сделают эти формы полезными материалами для изготовления фотокализаторов и электронных устройств. Ученые продолжают исследования. Сейчас в надежде на скорейший синтез кристаллов они оценивают возможности их применения в литий-ионных аккумуляторах. Результаты работы опубликованы в научном журнале *Materials Today Communications*.

Био(не) активные наноглины

Алюмосиликаты широко распространены в природе, например, в виде глинистых слоистых минералов. Один из них — монтмориллонит $Na_x(Al, Mg)_{2-3}Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$. Этот пористый материал способен сильно увеличивать свой объем, изменяя расстояния между слоями, и таким образом поглощать органические и неорганические соединения. Монтмориллонит можно применять для доставки лекарств, очищения крови и желудочно-кишечного тракта от вредных веществ, выведения аллергенов, бактерий и вирусов из организма, поглощения тяжелых металлов.

Однако из-за примесей и неконтролируемого состава природные алюмосиликаты бывают токсичны. Поэтому исследователи активно синтезируют и изучают их искусственные аналоги. Ученые из Института химии силикатов имени И.В. Гребенщикова РАН под руководством доктора химических наук О.Ю. Голубевой, заведующей

лабораторией силикатных сорбентов, выяснили, как изменяются свойства синтетических монтмориллонитов в зависимости от условий получения.

Химики синтезировали глины в гидротермальных условиях при высоких температурах и давлениях. Полученный монтмориллонит состоял из нанослоев, организованных в более крупные агрегаты — наногубки. Ученые исследовали, как содержание (от 0 до 22%) оксида алюминия (Al_2O_3), размеры частиц, пористость и заряд поверхности образцов влияют на свойства наноглин.

Тесты показали, что они обладают всеми преимуществами природных глин и даже превосходят их. У синтетических глин была очень развитая удельная поверхность — от 106 до 320 m^2/g . Это в 2–6 раз больше природных аналогов.

Оставалось оценить токсичность нового материала. Поскольку материал потенциально хорош для очистки крови, исследователи посмотрели, как он влияет на эритроциты и эндотелиальные клетки, которые выстилают внутреннюю поверхность кровеносных сосудов. С уменьшением доли алюминия в наноглинах уменьшалось число погибших клеток крови, однако механизмы явления еще предстоит изучить. Интересно, что чем дольше длился синтез (от двух до десяти дней), тем больше была гемолитическая активность и общая токсичность наноглин.

Авторы работы делают вывод, что токсичность алюмосиликатных наночастиц можно значительно снизить, если оптимизировать условия синтеза и правильно подобрать исходные вещества. Уже сейчас синтетические глины можно использовать в медицине вместо природных, в частности для получения перевязочных материалов, в раневой и ожоговой хирургии, как носители лекарственных препаратов.

О.Ю. Голубева рассказала, что в дальнейшем химики ее группы планируют подобрать оптимальные сочетания безопасных для клеток алюмосиликатов, обладающих наибольшей сорбционной способностью. Результаты исследования опубликованы в журнале *Nanomaterials*.

Выпуск подготовил
И. Иванов



Проблемы и методы науки

Елена Клещенко

Цифровой мост против травмы спинного мозга

Ученые из центра NeuroRestore Университета Лозанны вместе с коллегами из Франции, США и Нидерландов опубликовали в мае 2023 года статью, в которой описано поразительное исследование. Человеку с травмой шейного отдела спинного мозга имплантировали электроды в головной и спинной мозг, чтобы заменить разорванные нейронные связи «цифровым мостом» — BSI (brain-

spine interface). Имплантаты считывают сигналы от нейронов коры головного мозга, а специально разработанный алгоритм генерирует стимулирующие сигналы для электродов в спинном мозге. Пациент ходит с опорой и даже поднимается по лестнице. Более того, устройство ускорило реабилитацию: теперь пациент может ходить с костылями, даже когда интерфейс отключен.

Иглистая мышь, королева регенерации

Чтобы мы могли двигать руками и ногами, сигналы от нейронов головного мозга передаются моторным нейронам, расположенным в спинном мозгу, а от них к мышцам. В спинной мозг поступают сигналы от чувствительных нейронов. Травма спинного мозга разрывает эти связи, нарушаются чувствительность и подвижность. По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), от 250 тысяч до полумиллиона человек ежегодно получают такие травмы. Наиболее подвержены риску молодые люди. Лечения, по большому счету, нет: разорванные проводящие пути сами собой не восстанавливаются.

Преимущество нашего вида — развитый мозг, а наше уязвимое место — крайне слабая способность к регенерации нервных тканей. В других группах позвоночных с этим гораздо лучше: у аксолотлей, например, отрастает отрезанная лапка (правда, аксолотль, строго говоря, не взрослая особь, а неотеническая, то есть способная к размножению личинка). У рыб и амфибий восстанавливается разрезанный спинной мозг. Хорошо знакомая аквариумистам полосатая рыбка данио — популярнейший модельный организм в современных биологических экспериментах — может регенерировать даже сетчатку глаза, причем заново появляются нейроны, необходимые для светочувствительности.

Большинство млекопитающих сильно отстают от холоднокровных животных в искусстве регенерации, но и тут есть исключения. Иглистые, или колючие, мыши, представители рода *Acomys*, не только восстанавливают кожу без шрамов и бесследно закрывают отверстия на ушах (включая хрящевую ткань!): если такой мыши полностью перерезать спинной мозг, через некоторое время функция нижней половины туловища сама восстановится. Задние лапки акомиса начинают двигаться через две недели; в дикой природе прожить эти две недели для маленького существа было бы отдельной задачей, но в лаборатории подопытным дают отлежаться. А через восемь недель функция восстанавливается полностью. С обычными мышами подобных чудес не происходит, даже представители особых линий с улучшенной регенерацией нервных клеток так не могут. У всех менее везучих видов, в том числе у человека, на месте разрыва образуется рубцовая ткань, которая препятствует восстановлению нервных связей.

С одной стороны, обидно, с другой — дает надежду. Если понять, почему мы утратили в ходе эволюции столь полезную способность, ее можно попытаться вернуть. Высказывались предположения, что подавленная регенерация — оборотная сторона защиты от рака, но аксолотли и данио от рака не особенно страдают. Акомисов сейчас изучают, стараются узнать их тайну. Исследуют, в частности, транскриптомы (совокупность активных генов) их регенерирующих нервных тканей. Полученные данные говорят о том, что ремоделирова-

ние внеклеточного матрикса, то есть изменение состава среды в месте травмы, подавляет рубцевание и стимулирует рост нервных окончаний. А за это, свою очередь, отвечает активность генов ферментов, производящих «правильные» сигнальные молекулы. Осталось только умело отрегулировать активность генов, и восстановление после травмы будет у нас в кармане...

Как восстанавливаются нервные клетки

Некоторое время назад много писали о найденных в гиппокампе и обонятельной луковице стволовых клетках человека, из которых можно получать нейроны. Казалось, чуть ли не опровергнута догма о том, что нервные клетки не восстанавливаются. Однако эти стволовые клетки в организме используются главным образом не для восстановления функций, утраченных из-за травмы, а для приобретения новых функций — новые нейроны, встраиваясь в нейронные сети, обеспечивают «тонкую настройку» обоняния, участвуют в обучении, адаптации к стрессу. По современным представлениям, заставить эти нейроны восполнять повреждения у человека едва ли возможно.

Более перспективной идеей выглядит регенеративная терапия с репрограммированием нестволовых клеток — их можно побудить дедифференцироваться, то есть вернуться в «стволовое» состояние. Даже у амфибий и рыб спинной мозг восстанавливается не за счет стволовых клеток, а за счет репрограммирования «взрослых» клеток в районе травмы. Можно получить так называемые индуцированные плюрипотентные стволовые клетки вне организма (за это открытие японский исследователь Синъя Яманака был награжден Нобелевской премией в 2012 году) и имплантировать их в поврежденный участок. Но рассматривается и другой вариант — перепрограммирование непосредственно в организме, в месте травмы или гибели нейронов. Подобные эксперименты проводили на мышах, моделирующих болезнь Паркинсона (несколько статей об этом вышли в 2020 году): прямо в мозге животного из астроцитов были получены новые нейроны, произ-

▼ Мыши, получившие вектор с геном цитокина, через неделю и через восемь недель после травмы



Фото: «Nature Communications» (2021).
DOI: 10.1038/s41467-020-20112-4 | CC BY 4.0



▲ Пациент и исследователь в госпитале университета Лозанны

водящие дофамин, восстановились нервные связи, а двигательные нарушения скомпенсировались.

Есть опыты с регенерацией спинного мозга. Например, исследователи из Рурского университета (Германия) создали модифицированный вариант молекулы интерлейкина 6 — hyper-IL-6, или hIL-6. Интерлейкин 6 активирует сигнальный путь, связанный с регенерацией аксонов — длинных отростков нервных клеток. А hIL-6 имеет дополнительный участок, который позволяет ему связываться с рецептором GP130 — этот рецептор есть на мембране почти всех нейронов организма, в отличие от рецепторов для обыкновенного интерлейкина 6. В эксперименте мышам с повреждением спинного мозга вводили векторы на основе аденоассоциированного вируса (AAV), экспрессирующие hIL-6. Инъекцию делали в кору головного мозга — нейроны, чьи нервные окончания разорваны травмой, находятся именно там. После этого мыши начинали ходить через восемь недель — совсем как акомисы! Интересно, что инъекция в одно полушарие восстанавливала функцию обеих задних конечностей, так как hIL-6 из нейронов, «инфицированных» вектором, транспортировался в другие нейроны.

Мишенями воздействий, нацеленных на регенерацию, могут быть не только гены нейронов. Проводятся работы (в том числе и в России) по имплантации в место спинальной травмы тканеинженерного конструкта — стволовых клеток, полученных вне организма, в специальном геле, который препятствует образованию рубца и способствует восстановлению нервных окончаний, миелиновых

оболочек и кровеносных сосудов. Такой гель-матрикс может содержать белки паучьего шелка спидроины, фибрин, хитозан или же более необычные вещества.

В 2021 году сотрудники Северо-Западного университета (США) опубликовали в «Science» статью о матриксе с «танцующими молекулами» (dancing molecules). Матрикс вводят в травмированный участок в виде жидкости, он полимеризуется и образует сеть нановолокон — превращается в гель. В его состав входят два пептида: сигналы одного уменьшают рубцевание, другого — способствуют росту кровеносных сосудов. И эти пептиды — шедевр супрамолекулярной химии — обладают повышенной подвижностью относительно каркаса геля: смещаются и даже «выпрыгивают» из нановолоконной структуры, имитируя движение биомолекул (аналогичным образом перемещаются рецепторы в липидных мембранах клеток). Это повышает их сродство к рецепторам-мишеням. В экспериментах на мышах танцующие молекулы резко усилили регенерацию спинного мозга.

Еще один подход, который можно комбинировать с другими, — электростимуляция, и здесь уже появляется научная группа, которая сделала цифровой мост.

Электроды в спинном мозге

Грегуар Куртин — французский нейробиолог, профессор Федеральной политехнической школы Лозанны, где он с 2019 года вместе со швейцарским нейробиологом Джослин Блох руководит центром интервенционной нейротерапии NeuroRestore. Основная задача центра — восстановление моторных функций у людей после спинномозговой травмы. Работать над этой задачей

Куртин начал намного раньше. Уже в 2000-е годы у него появились публикации по ЭЭС — эпидуральной электростимуляции, то есть стимуляции спинного мозга электрическими импульсами (тогда еще от внешнего источника, а не от головного мозга). В комбинации с тренировками и другими подходами ЭЭС восстанавливала функции конечностей у парализованных животных. Но все попытки активировать регенерацию спинного мозга имели ограниченный успех, подвижность восстанавливалась не в полной мере.

В те же 2000-е годы начали появляться работы по расшифровке сигналов мозга парализованных людей; с помощью этих сигналов предполагалось, например, управлять протезом руки. После появления первого нейрокомпьютерного интерфейса, испытанного на обезьяне, аналогичное устройство для человека было создано всего через четыре года.

А что, если аналогичным образом управлять собственной парализованной конечностью? Сигналы мозга могут приводить в движение искусственную руку, ЭЭС восстанавливает функцию парализованной ноги — можно ли объединить эти подходы и использовать сигналы мозга для ЭЭС? Так возникла концепция «цифрового моста» между головным и спинным мозгом.

В 2016 году Грегуар Куртин с соавторами опубликовал описание впечатляющего эксперимента: две обезьяны после одностороннего разрыва спинного мозга, который парализовал одну ногу, восстановили

способность ходить. Имплантат в мозгу обезьяны расшифровывал информацию от электродов, измеряющих активность клеток мозга, которые обычно контролируют движения ног. Второй массив электродов был имплантирован в спинной мозг, над поясничной областью, ниже уровня разрыва. Эти электроды подавали слабые токи, которые регулировались сигналами мозга, передаваемыми в поясничный отдел по беспроводной связи. Удивительным образом эта восстановленная связь между головным мозгом и поясничным отделом спинного мозга позволила животным снова ходить.

Затем команда отчиталась о блестящем результате («Nature», 2018). Электростимуляция спинного мозга в сочетании с тренировками вернула способность ходить пациентам, перенесшим травму шейного отдела позвоночника более четырех лет назад, у которых, несмотря на все усилия по реабилитации, сохранялся дефицит двигательных функций или полный паралич. В этом эксперименте, в отличие от эксперимента 2016 года на обезьянах, сигналы шли все еще не из головного мозга, а с внешнего устройства: «цифровой мост» для людей появился позже.

Электроды для ЭЭС вживили таким образом, чтобы сигналы воздействовали на задние корешки — нервные

▼ Герт-Ян на прогулке

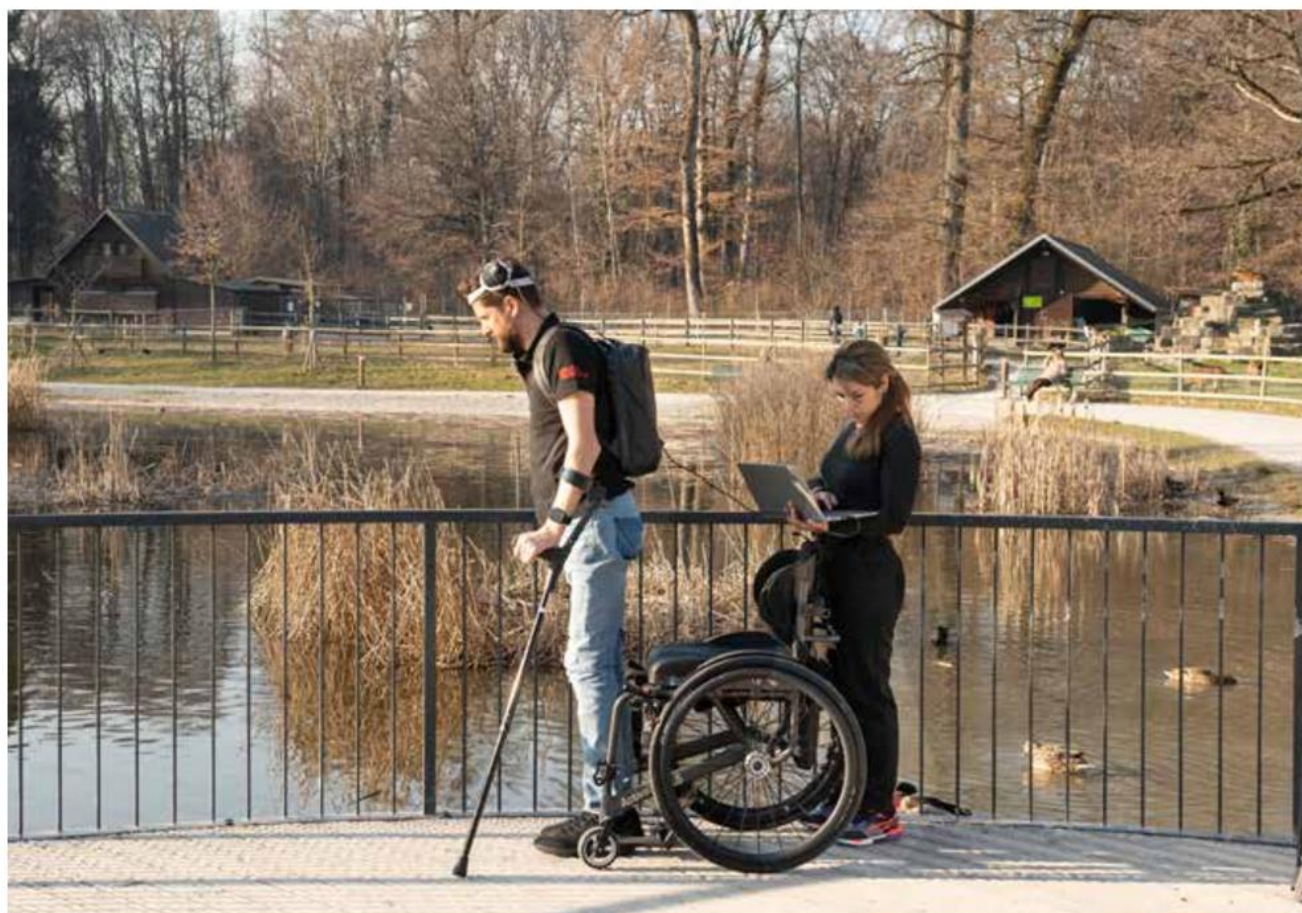
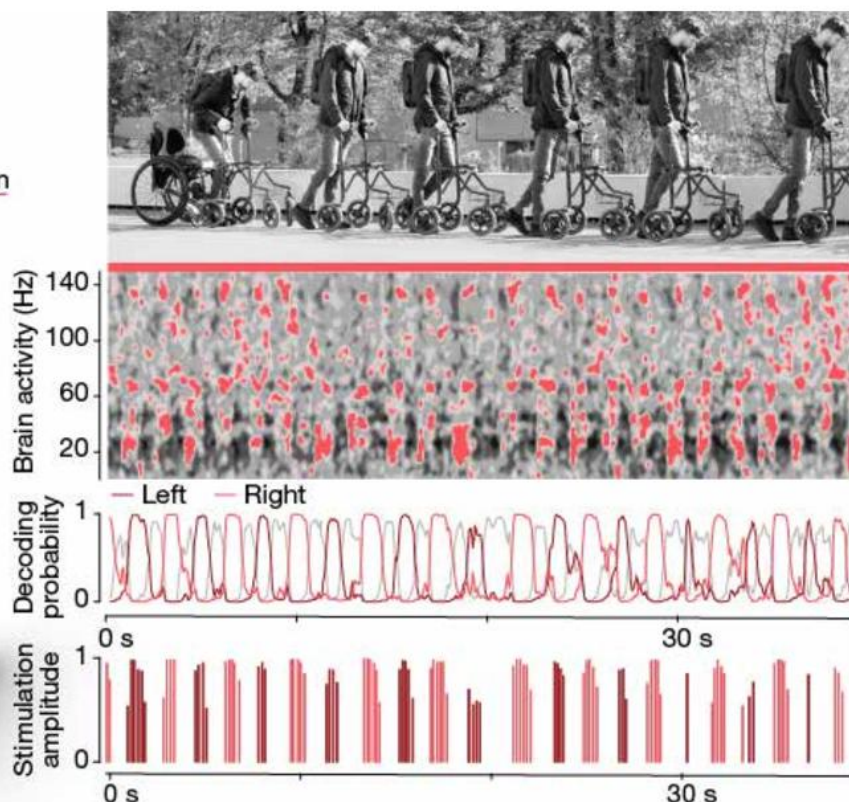
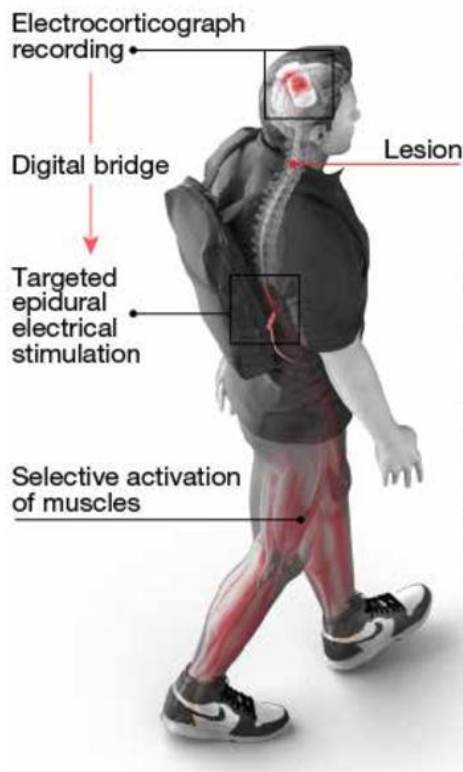


Фото: CHUV / Gilles Weber



«Nature», 2023. DOI: 10.1038/s41586-023-06094-5 | CC BY 4.0

▲ Как работает цифровой мост. Справа — последовательные фотографии участника испытания и параллельные его движениям операции цифрового моста: спектрограмма активности мозга, вычисленная на ее основе вероятность движений левой и правой ноги и результирующая модуляция амплитуды стимулирующих сигналов

волокна, входящие сзади в те сегменты спинного мозга, где находятся моторные нейроны, иннервирующие мышцы ног и нижней части туловища. Оказалось, что стимуляция повышает общую возбудимость поясничного отдела спинного мозга, усиливает реакцию спинномозговых цепей на остаточные сигналы от головного мозга, если они сохранились, и на обратную связь — сенсорные импульсы, например, от подошвы на полу. Нервные клетки «упражняются» и восстанавливают свою функцию.

Сначала пациента подвешивали вертикально в специальном «корсете», чтобы не было риска упасть, если ноги перестанут слушаться. По мере того как способность двигать ногами возвращалась, участники переходили к самостоятельному передвижению. Паттерны сигналов, которые подавались на спинной мозг, были особым образом рассчитаны с учетом того, как эти паттерны выглядят у здоровых людей, и с обратной связью от датчиков инерции на ногах.

Авторы также разработали устройства с ручным или голосовым управлением, которые позволяли человеку самому управлять электростимуляцией. Совместно с остаточной иннервацией, частично сохранившейся по-

сле травмы у некоторых пациентов, это обеспечивало более естественные движения. Но самое главное, что способность ходить отчасти сохранялась и после отключения стимуляции — тренировка была полезной для нейронов.

В статье 2022 года авторы рассказывают уже о девяти парализованных пациентах — участниках клинического испытания STIMO, которым ЭЭС и тренировки вернули способность к передвижению. (Наблюдения за ними еще продолжаются, предполагаемая дата завершения исследования — декабрь 2023 года.) У всех девяти участников ноги были парализованы, шестеро сохранили чувствительность, трое не сохранили. Ходить с поддержкой смогли все девять сразу после начала эксперимента, в последующие месяцы наблюдался прогресс, а четверо стали ходить даже без стимуляции.

Кора мозга — компьютер — спинной мозг

Наконец, в 2023 году международная группа ученых под руководством Грегуара Куртина, Джослин Блох, а также Гийома Шарве (Университет Гренобль-Альпы, Франция) опубликовала в «Nature» отчет об испытании на человеке цифрового моста, или BSI — интерфейса между головным и спинным мозгом. В этом случае сигналы, которые подаются на электроды, не «синтезировались» вне организма, как в предыдущих экспериментах, — это были сигналы от головного мозга самого пациента, которые обрабатывались специальным алгоритмом и передавались в обход повреждения. Будущее слилось

с настоящим, дорогие читатели, мы живем в киберпанковском фантастическом романе.

На самом деле подобную конструкцию команда Куртина испытала на обезьянах еще в прошлом десятилетии. Как мы помним, в работе 2016 года на обезьянах чип в спинном мозгу получал сигналы от другого чипа, имплантированного именно в моторную кору головного мозга. И вот теперь — успех с человеком. Цифровой мост имплантировали одному из девяти участников STIMO — сорокалетнему нидерландцу Герт-Яну Оскаму, который примерно за 10 лет до начала испытаний попал в аварию на мотоцикле. Повреждение спинного мозга привело к тетраплегии — потере функции конечностей.

Людам со спинальной травмой психологи часто советуют осознать, что случившегося не исправить, и строить жизнь в инвалидном кресле, а не тратить силы и время на мечты о возвращении подвижности. С учетом всего, что мы знаем о травмах спинного мозга, совет не такой плохой и жестокий, как может показаться (хотя, конечно, следует помнить, что шансы каждого пациента на успех реабилитации необходимо рассматривать индивидуально). Но именно те, кто не принимают этого совета, и приходят в клинические испытания новых рискованных методов терапии. После пятимесячной программы нейрореабилитации в рамках STIMO Герт-Ян смог передвигаться с ходунками, но дальше дело не пошло, и он согласился на более инвазивную операцию.

Два беспроводных регистратора, каждый из которых нес 64 электрода, разместили на твердой мозговой оболочке (одна из трех оболочек, покрывающих мозг), над моторной корой, контролирующей движение ног. Такой метод отведения потенциалов называется электрокортикографией, или ЭКоГ, он более чувствителен, чем электроэнцефалография. Участки коры, которые наиболее активно реагировали на намерение пациента пошевелить ногами, выбрали с помощью компьютерной томографии и магнитоэнцефалографии. Для этого в черепе Герта-Яна сделали два отверстия диаметром 5 см. Вокруг одного из имплантатов началось воспаление из-за инфекции золотистым стафилококком, его пришлось заменить. (Здравствуйтесь, мрачные шутки Цезария Збешховского, одного из самых пессимистичных авторов современной научной фантастики, о «рекламе мазей для укрепления имплантатов».)

Питаются имплантаты через антенну, за счет индуктивной связи, а другая антенна обеспечивает передачу в режиме реального времени сигналов, считанных с электродов, на портативную базовую станцию. Ее Герт-Ян пока должен носить в рюкзаке или везти перед собой на ходунках, но уже есть идеи по миниатюризации. Алгоритм базовой станции декодирует сигналы ЭКоГ и преобразует их в стимулирующие сигналы; они передаются генератору импульсов, он стимулирует нейроны спинного мозга, а от них сигналы поступают к мышцам.

Уже после пятиминутной первичной калибровки цифровой мост позволил пациенту контролировать мышцы-сгибатели бедра — эту функцию травма за-

троннула в наибольшей степени. Мышечная активность увеличилась в пять раз. Герт-Ян смог стоять, ходить с опорой на костыли, подниматься по лестнице и даже ходить по неровной земле — крайне сложное испытание для участников STIMO, которые жаловались, что движения ног не воспринимаются как полностью естественные и их трудно приспособить к изменениям ландшафта.

Некоторые улучшения сохранялись и при выключенном BSI. К статье, опубликованной на сайте «Nature», приложен видеоролик, который позволяет судить об успехах пациента. Замечательно, что улучшилась также чувствительность ног к легким прикосновениям — еще одно подтверждение того, что в нервной системе все связано и упражнения не бесполезны. «Эти улучшения без стимуляции трансформировались в значительное повышение качества жизни, например возможность самостоятельно ходить дома, садиться в машину и выходить из нее или пить напитки с друзьями, стоящими в баре», — отмечают авторы статьи.

Таким образом, чуда не произошло, травма не исчезла, будто ее и не было. Инвазивная операция — два отверстия в черепе! — пока помогла только одному храброму и упрямому человеку, который к тому же сумел оказаться в нужном месте в нужное время. Пока непонятно, как это будет работать, например, при полном разрыве спинного мозга, авторы планируют это проверить. Есть и другие амбициозные планы: например, восстановление с помощью цифрового моста управления мочевым пузырем и кишечником, движений рук, причем не только после травмы, но и при дегенеративных заболеваниях, таких как болезнь Паркинсона.

Оптимизм внушает восстановление функций, которое сохраняется после отключения стимуляции. Все-таки хочется, чтобы «электронный костыль» оказался временной мерой, переходным этапом перед реконструкцией биологической системы управления. Сколько бы раз ни подводило нас органическое тело, мы очень к нему привязаны во всех смыслах слова и считаем, что «лучше живенько».

Шехзад Хан, научный сотрудник лаборатории искусственного интеллекта MIT-IBM Watson и консультант компании Илона Маска Neuralink, недавно приезжал на Петербургский международный экономический форум и рассказал в интервью для РБК, что Neuralink тоже думает над помощью людям с парализованными после травмы конечностями, но — «как быть с осознанием зависимости? Будет ли эта технология зависеть от Bluetooth? А если отключился Wi-Fi? Человек оказывается в полной зависимости от того, есть электричество или нет». И добавил: «Хотим ли мы двигаться дальше и работать над чипами для людей без медицинских показаний — пока это вопрос, на который трудно ответить». Этот последний вопрос сейчас интересует всех, но о нем как-нибудь в другой раз.

Чуда не произошло. Просто еще одна патология понемногу утрачивает репутацию неизлечимой.



Нафталин и Большой взрыв

ПРЕЖДЕ, чем мы отправимся в далекий космос, к Большому взрыву, расскажу историю, которая приключилась со мной 15 лет назад. Осенью 2008-го я была в командировке в Вашингтоне. Она частично совпала с Рождеством, и меня пригласили в гости на рождественскую индейку.

Так я оказалась в компании вместе с Джоном Мазером, нобелевским лауреатом по физике (2006 г.). Премию он получил за реликтовое излучение.

Мы быстро нашли общий язык, отчасти потому, что жена Джона Мазера — в прошлом балерина с российскими корнями. Так что было о чем поговорить. Разумеется, заговорили о работе. Выяснилось, что Джон работает над созданием космического телескопа Джеймс Уэбб.

В этом международном проекте НАСА, в котором участвует 17 стран, Джон был на ведущих ролях. Я, помню, спросила — а зачем нам еще один телескоп в космосе? Разве Хаббла недостаточно? Ведь это же стоит тучу денег?

«Нет, — говорит, недостаточно. — Телескоп Джеймс Уэбб видит гораздо дальше и позволит разглядеть нам события, которые случились в самой

ранней Вселенной, вскоре после Большого взрыва. Очень необычный и красивый телескоп. Его зеркало похоже на подсолнух, тебе понравится. Скоро запустим».

Это скоро растянулось на 13 лет. Телескоп Джеймс Уэбб запустили в конце декабря 2021 года. Уже в январе 2022-го он развернул свое 6,5-метровое зеркало на расстоянии 1,5 млн километров от Земли. Это зеркало состоит из 18 правильных шестиугольных пластинок из отполированного бериллия, покрытого золотом для лучшего отражения.

«Химия и жизнь» подробно рассказывала об этом телескопе и его запуске. Действительно, раскрывшееся золотое зеркало оказалось похожим на подсолнух. И мне, действительно, телескоп понравился.

Прошел год, и в научной печати стали появляться результаты, полученные с помощью этого телескопа. О последней такой работе я сейчас расскажу.

Органика в космосе — давно уже не новость. Уксусная кислота, формальдегид, этиловый спирт, мочевины, окись этилена, диметилэфир, триптофан, бензол, фуллерены и многие десятки других веществ, содержащих углерод, уже обнаружили в этой черной бездне со звездами.

Вот, например, не так давно нашли в космосе и вовсе неожиданные соединения — полиароматические углеводороды. Это крупные органические молекулы, содержащие два и больше ароматических кольца.

Вы ведь помните из школьного курса, что такое бензол? Ароматический углеводород C_6H_6 , структуру которого в форме шестиугольника открыл Кекуле, — она явилась ему во сне. Кстати, бензол в космосе нашли в 1997 году.

Так вот, в молекулах полиароматических углеводородов таких колец, слипшихся по одной из сторон шестиугольников, больше двух. Типичные представители этого класса соединений — нафталин, антрацен, фенантрен, бензпирен, кекулен.

Все это — вполне земные вещества. Нафталином еще недавно изгоняли

моль из шкафов. Правда, с 2008 года его запретили как средство от моли в Европе и в Китае. А у нас в стране запрет наложили на 20 лет раньше. Но если открыть бабушкин сундук, то оттуда наверняка пахнет стойким нафталиновым запахом.

Кстати, нафталин — очень важное вещество. Его химическую формулу установил не кто-нибудь, а сам знаменитый Майкл Фарадей двести лет назад. А структуру из двух конденсированных бензольных колец предложил Эмиль Эрленмейер в 1866 году. Сегодня его добывают из каменноугольной смолы и используют в большой химии для получения красителей, взрывчатых веществ, инсектицидов и препаратов для медицины.

На Земле полиароматические углеводороды образуются в результате естественных природных процессов — во время лесных пожаров. Это, в сущности, продукт неполного сгорания целлюлозы. Поэтому их находят в пластах каменного, бурого угля и антрацита.

Однако есть не только природные, но и техногенные полиароматические углеводороды. Все они образуются в результате термических процессов, которые происходят при сжигании органического сырья — хоть дров, хоть угля, хоть нефти или бензина, мусора, пищи или табака.

Как видите, самые что ни на есть земные вещества. И вот почти сенсация — эти громоздкие органические молекулы обнаружили в галактике SPT0418-47 на расстоянии более двенадцати миллиардов световых лет! Эта галактика образовалась через 1,5 миллиарда лет после Большого взрыва.

То есть это очень ранняя галактика, которую мы увидели с помощью телескопа Джеймса Уэбба. А полиароматику мы рассмотрели благодаря новейшему спектрометру MIRI, установленному на телескопе.

Полициклические ароматические углеводороды обычно оставляют хорошо видимую спектральную линию в диапазоне длин волн 3,3 микрон. Ее-то и увидели астрофизики в спектрах дальней галактики. Сигнал, скорее всего, исходил от органических

молекул, содержащих не более 100 атомов углерода.

Таким образом, команда впервые обнаружила сложные органические молекулы в межзвездной пыли ранней галактики. Они уже существовали 12 миллиардов лет назад, когда Вселенная пребывала в младенческом возрасте.

А зачем они нужны в космосе? Ученые полагают, что крупные молекулы полиароматических углеводородов могли становиться центром притяжения, зародышами для образования частиц пыли, при конденсации которых образовывались новые звезды. Поэтому их считают родильницами новых звезд.

Есть в этом какая-то улыбка природы, что в древней Вселенной мы откопали родственников нафталина, который на Земле — признак безнадежной древности. И если на Земле эти вещества, содержащиеся в дыму и смоге, играют, скорее, разрушительную для жизни роль, то в дальнем космосе они работают на созидание — на рождение новых звезд.

Однако меня гораздо больше изумляет другое — удивительное сходство структуры зеркала телескопа с ароматическими веществами. Чтобы в этом убедиться, соберите со своим ребенком модель зеркала телескопа.

Вырежьте из желтой бумаги 18 одинаковых правильных шестиугольников. Из 6 фигур сложите круг, прикладывая один шестиугольник к другому по одной из сторон. Получится такой фигурный круг с шестиугольной дыркой посередине. Теперь сложите вокруг этого круга — второй такой же, впритык. На его строительство уйдет 12 фигур. Это и есть зеркало телескопа.

По структуре оно напоминает фрагмент пчелиных сот. И это же — структура гипотетического полиароматического углеводорода. А по частям — и вовсе структура известных веществ. Внутреннее кольцо — это коронен, а внешнее кольцо, в которое вложено внутреннее, — это молекула кекулена.

Так что структура зеркала телескопа как будто несла подсказку астро-

физикам — что искать в глубоком космосе. Удивительно!

Впрочем, не менее удивительно, что мы можем даже на расстоянии 12 миллиардов световых лет идентифицировать эти сложные молекулы, которые находим на Земле в дыму и смоге. Но это именно то, для чего и был построен, и работает телескоп Джеймса Уэбба. Он позволяет нам заглянуть в космос на невероятную глубину.

Кажется, огромные расходы, связанные с созданием, запуском и эксплуатацией телескопа, были не зря — мы начинаем чувствовать отдачу. Спасибо Джону Мазеру и его коллегам — отличный инструмент!



Люди или обезьяны: кто более любопытен?

МНОГО лет назад, когда деревья были большими, а мы с сестрой — маленькими, каждое лето мама отвозила нас в Одессу и передавала с рук на руки бездетным родственникам, чтобы мы проводили с ними лето на море.

Тогда было принято ходить в гости. У наших тетуски Стаси и дяди Шуры было много друзей в Одессе, так что с гостями проблем не было. И вот у одной из их многочисленных подруг

жила дома маленькая обезьянка. Подруга купила ее у одного из матросов, которые привозили из заморских рейдов всякую экзотику — от мохера до зверюшек. И все это по большей части оседало в портовой Одессе.

И вот мы заходим в комнату, по которой как будто смерч прокатился. Тюль висит клочьями, люстра с битыми плафонами скособошена и раскачивается, обои ободраны, и над всем этим парит маленькая обезьянка, размером с большую куклу. Перелетает с люстры на шкаф, со шкафа — на занавески и прекрасно себя чувствует.

Подруга причитала: «Эта гадина жизни не дает, всюду носится, во все сует свой нос и свои маленькие пальчики, все ломает, рвет, пробует на зуб. Тварь любопытная». «А нечего было эту тварь любопытную покупать и в дом тащить», — ругался дядя Шура.

И с тех пор я свято верила в то, что обезьяны по части любопытства дадут фору человеку. Но я ошибалась.

Вообще, с эволюционной точки зрения любопытство — чрезвычайно значимый фактор для выживания. Поэтому так важно внимательно изучать окружающую среду, чтобы в ней не пропасть.

Кто же любопытнее — обезьяна или человек? Выяснить это можно только одним способом — экспериментально. Вот биологи и решили сравнить человеческое и обезьянье любопытство в прямом эксперименте.

В эксперименте участвовали шимпанзе, гориллы, бонобо и орангутаны и дети от трех до пяти лет. Эксперимент выглядел так. Обезьянам и детям предлагали две перевернутые чашки. Одна была прозрачной, вторая — непрозрачной.

Под прозрачной чашкой лежал виноград — для обезьян, и яркая наклейка — для ребенка. А вот что лежало под непрозрачной чашкой — было неизвестно. Исследователи, конечно, знали, но обезьяны и дети — нет.

Выбор между двумя перевернутыми чашками и был мерой любопытства. Если ты выбирал непрозрачную чашку, на содержимое которой не было никаких указаний, под ней вообще могло

ничего не быть, то ты явно любопытнее тех, кто выбирает прозрачную чашку, под которой видно угощение.

В первом раунде под непрозрачной чашкой для обезьян лежал виноград, только больше, чем под прозрачной. А для ребенка под непрозрачной чашкой лежала не одна наклейка, а несколько. Дети и обезьяны приняли слепое решение, потом им показали, что же лежит под непрозрачными чашками, и они пошли на второй раунд такого же эксперимента.

Собственно, этот первый обучающий эксперимент уже дал ответ на вопрос, потому что 85% детей выбирали «Таинственную шкатулку», не зная заранее, что скрывается под ней. Среди обезьян только 24% процента приняли это решение (PLOS One).

Фридрих Энгельс считал, что «Труд создал человека из обезьяны». Полагая, что теперь мы можем дополнить эту знаменитую формулу — труд и любопытство сделали из обезьяны человека.



Ультразвук и мыши

КОНЕЧНО, вы помните прекрасную Пушкинскую «Сказку о мертвой царевне и семи богатырях». Злая мачеха решила известить красавицу царевну,

дочку царя от первого брака. В результате царевна, откушав ядовитого яблочка, умирает. Богатыри кладут ее в хрустальный гроб и подвешивают в скалах. Но, к счастью, царевну находит ее жених королевич Елисей, разбивает гроб и царевна оживает.

Вот этот момент оживления, момент обратимости смерти очень интересен. Можно ли такой эксперимент повторить в действительности? Вы скажете — да это же все придумки, это же сказка. Да, сказка. Однако на самом деле, если мы присмотримся к миру живого, то поймем, что это всего лишь одна из многочисленных технологий природы.

Она предусмотрена на тот случай, когда животным не хватает еды и наступают холода. В этих условиях животные, например обычные мыши и летучие мыши, уходят в спячку, которую ученые называют оцепенением, или торпором. Это что-то среднее между спячкой и комой.

Во время оцепенения температура тела снижается, сердечный ритм замедляется, все химические процессы в теле сбавляют обороты, метаболизм замирает, так что еда уже не нужна. Животные в этом состоянии не реагируют на внешние раздражители, не чувствуют голода, а просто спят глубоким сном, пережидая тяжелые времена.

Для крошечной колибри, например, оцепенение — это едва ли не единственная возможность пережить ночь! У этой птицы обмен веществ настолько быстрый, что просто не позволяет ей дожить до утра, когда распускаются цветы, накормят птичку нектаром и согреют.

Вот почему колибри впадают в оцепенение каждый день! Жизнь в ней замирает, температура тела падает с 40 градусов до 10. Да и затраты энергии стремятся к нулю, потому что энергию тратить особенно не на что, только на поддержание ослабевших внутренних процессов.

Конечно, ученых во все времена интересовало, почему животные впадают в оцепенение, что там происходит у них в мозгу? Несколько лет

назад исследователи из Японии и США получили ответ. Они проводили эксперименты на мышах.

В брюшную полость животным вшили сенсоры, которые фиксировали изменения температуры тела. А затем исследователи стали вводить определенные вещества в разные участки мозга мышей и следили, как меняется температура тела. Если она сильно упадет, значит, переключатель на сон найден.

Таким переключателем, запускающим оцепенение у мышей, оказался гипоталамус. Эта область находится в нижней части головного мозга. Как только вещества добрались до Q-нейронов в гипоталамусе, температура тела мышки стала падать, и животное погрузилось в глубокий сон. В общем — оцепенела.

Спала она 48 часов, а потом стала приходить в себя. Никаких внутренних повреждений и отклонений у мышки не обнаружили. И стало ясно, что это — естественный процесс для мышки, к которому она была готова.

Итак, область в мозге известна. Так, может, пора человека погружать в оцепенение, чтобы он пережил трудные времена? К сожалению, в отличие от мышей, у людей такой способности нет. Но, с другой стороны, память о ней наверняка досталась нам от наших эволюционных предков и зашита где-то в генах. Очень возможно, что, воздействуя на Q-нейроны гипоталамуса, можно будет погрузить человека в спячку, в торпор.

Но любые эксперименты на добровольцах, когда им вводят вещества в определенный участок мозга, на мой взгляд, опасны. К тому же метод инвазивный. А это дополнительные риски.

И вот в журнале Nature Metabolism появилась статья, которая рассказывает о результатах одного вдохновляющего эксперимента. Исследователям впервые в мире удалось погрузить лабораторных животных в оцепенение, не используя шприц и инъекции в мозг.

Оказалось, что достаточно послать ультразвуковые импульсы в пре-

оптическую область гипоталамуса (она регулирует температуру тела и обмен веществ), чтобы температура тела начала снижаться, сердце стало биться медленнее, а метаболические измерения показали, что животные потребляли меньше кислорода.

Если дальнейшие ультразвуковые импульсы в гипоталамус не поступали, то примерно через час температура тела мышей снова начинала повышаться, и через два часа они полностью выздоравливали. Если же импульсы возобновлялись, как только температура тела начинала повышаться, мышь продолжала пребывать в оцепенении. Так мышь продержали в оцепенении сутки. А когда ультразвук отключили, обмен веществ и температура тела постепенно вернулись к норме.

Последующее исследование мозга показало, что нейроны преоптической области гипоталамуса действительно вызывают оцепенение в ответ на ультразвук. Ученые обнаружили, что определенные ионные каналы в нервных клетках, называемые каналами TRPM2, активируются ультразвуком и в результате приводят в действие сигнальную цепь, которая снижает температуру тела и метаболизм.

Вызывать оцепенение ультразвуком — многообещающая идея, ведь ультразвук может беспрепятственно проникать в череп и фокусироваться с точностью до миллиметра на любом участке мозга без использования ионизирующего излучения. Пожалуй, такое безопасное воздействие можно попробовать и на людях. Но ведь у людей нет естественного механизма, позволяющего впасть в оцепенение?!

И тогда исследователи решили испробовать новую технологию на крысах. Казалось бы, невелика разница — мыши или крысы. Только вы биологам так не скажите. Разница большая. Например, крысы, в отличие от мышей, не впадают в оцепенение. Но когда к ним применили ультразвуковую стимуляцию гипоталамуса, температура их тела тоже начала снижаться! Значит, ультразвуковая

технология погружения людей в оцепенение может сработать.

А нам это надо? Очень даже надо. Медики считают, что если пациентов, перенесших инсульт, погружать в оцепенение на какое-то время, то шансы на выживание пациентов сильно возрастают. В такой сон могли бы уходить пациенты, которые ждут донорских органов — тысячи жизней были бы спасены. А космические инженеры, мечтающие о полете на Марс, считают, что в оцепенение можно было бы погружать членов экипажа, летящих к красной планете.

До Марса лететь месяцев девять. Представляете, сколько запасов продуктов надо взять на борт корабля, чтобы космонавты не умерли с голоду? Не говоря о прочем. Получится огромный вес. Поэтому у нас пока нет достаточно мощной ракеты, чтобы отправить на Марс хотя бы одного человека.

Первый автоматический аппарат Марс-1 отправил к Марсу наш Советский Союз в 1962 году. Именно с его помощью мы получили первые данные о космической среде на пути от Земли к Марсу, о ее жесткости и губительности для человека.

Среда крайне опасная, поэтому и сегодня, спустя 60 лет после первого шага в сторону Марса, у человечества пока нет надежного плана, как людям добраться до Марса и ступить на его поверхность. И здесь ультразвуковая стимуляция преоптической области гипоталамуса может в перспективе облегчить полет космонавтов, если удастся погрузить их в оцепенение на несколько месяцев.

Кстати, сказка о спящей красавице — это традиционная европейская сказка. Она известна в интерпретации Шарля Перро и братьев Гримм. Но в ней злая фея погрузила в сон королевскую дочку ровно на 100 лет. Так что это было регулируемое оцепенение. И никакой принц или королевич для пробуждения не требовался. Наш вариант. То, что надо. На всех королевичей и принцев не напасешься.

В общем, сказка — ложь, да в ней намек...



Жизнь появилась благодаря железу

КАК на Земле зародилась жизнь? Этот вопрос не дает покоя ученым всех времен. Мы постоянно рассказываем о гипотезах, описывающих, как это случилось. Сегодня предлагаю вам еще одну.

Жизнь — это организованная органика. Чтобы могла появиться первая живая клетка на Земле, элементарная единица живого, должны были как минимум появиться строительные блоки, из которых клетка и построится. Например — для создания ДНК нужны нуклеиновые кислоты, для белков — аминокислоты, для мембраны клетки — липиды. И так далее.

Могло ли все это богатство получиться в результате химического преобразования воды и углекислого газа, которого было много в атмосфере древней Земли 4,4 миллиарда лет назад? Само по себе такое преобразование невозможно. Но вот в присутствии катализатора — почему бы нет? И здесь исследователей вдохновила промышленная химия, в которой 80%, то есть подавляющее большинство процессов, — каталитические.

Один из таких наиболее популярных и крупнотоннажных процессов в большой химии — процесс Фишера-Тропша. В этом процессе используют

ся металлические катализаторы для получения углеводородов из окиси углерода и водорода. И возникает вопрос — могли ли на древней Земле найтись такие металлические катализаторы? Да. Большое количество частиц железа скопилось на Земле, благодаря метеоритам и вулканическому пеплу.

Когда исследователи внимательно изучили химический состав железного метеорита Кампо-дель-Сьело, им стало ясно, что его частицы могут служить идеальным катализатором для Фишера-Тропша, в котором сегодня используют катализаторы, содержащие железо и кобальт. Ну а пепла от вулканов на молодой Земле было в избытке.

И тогда немецкие исследователи из Мюнхена решили провести эксперимент (Scientific Reports). Ученые взяли образцы метеоритов, а также железосодержащий вулканический пепел с горы Этна и тщательно измельчили. А потом получившийся порошок поместили в реактор, в котором имитировали атмосферу ранней Земли — много углекислого газа и немного водорода.

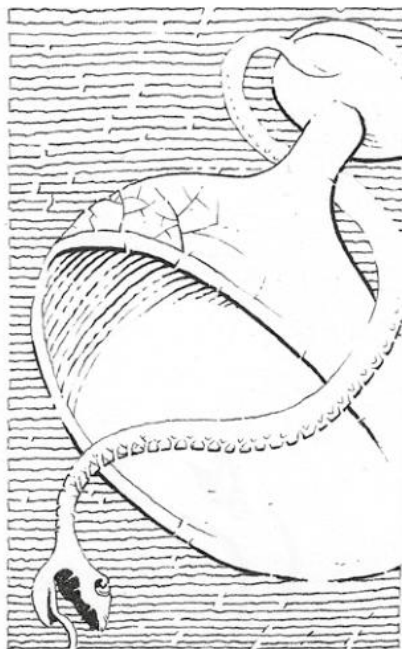
От эксперимента к эксперименту меняли условия, соотношения компонентов. И усилия исследователей были вознаграждены. Действительно, в эксперименте начались каталитические реакции и образовались органические соединения — метанол, этанол, ацетальдегид и формальдегид, причем в значительных количествах.

А между прочим, ацетальдегид и формальдегид — это важные строительные блоки для жирных кислот, нуклеиновых оснований, сахаров и аминокислот. Причем результат воспроизводился при разных условиях, и это здорово, потому что мы точно не знаем, какие условия были на молодой Земле.

Все это дало основание ученым сделать вывод — на ранней Земле наверняка протекали каталитические реакции, которые производили органику для жизни, то есть предшественников биологических молекул. И

главную роль в этих процессах играл катализатор — частицы железа из метеоритов и вулканического пепла.

Похоже железный век начался не в первом тысячелетии до нашей эры, а 4,4 миллиарда лет назад, когда на Земле только начала зарождаться жизнь.



Космос не нравится лейкоцитам

АСТРОНАВТЫ летают в космос уже более 60 лет. Медики, которые готовят и дистанционно сопровождают полеты, внимательно следят за самочувствием космонавтов, накапливают наблюдения и анализируют их, чтобы принимать правильные решения.

Появляется все больше свидетельств того, что в космосе астронавты становятся более восприимчивыми к инфекциям. Гриппом и простудами на борту они повально не болеют, хотя и случается. А вот кожная сыпь, то есть воспалительные заболевания кожи, появляется довольно часто и ее иногда приходится долго лечить.

Наблюдения за космонавтами подсказали гипотезу — похоже, космические путешествия могут ослабить иммунную систему человека. Но так

ли это на самом деле? И что может вызвать дефицит иммунитета? Поиски ответа на этот вопрос, которые предприняли канадские исследователи, профинансировало Канадское космическое агентство (Frontiers in Immunology).

Исследователи решили внимательно присмотреться к иммунным клеткам — белым кровяным тельцам, лейкоцитам, чтобы понять, меняется ли их работоспособность, когда они оказываются в космосе вместе с человеком.

В исследовании участвовали 14 астронавтов, включая трех женщин и 11 мужчин, которые находились на борту МКС от 4,5 до 6,5 месяцев в период с 2015 по 2019 год. У каждого космонавта брали на анализ кровь десять раз — один раз перед полетом, четыре раза в полете и пять раз на Земле. Из проб крови выделяли лейкоциты и изучали экспрессию генов в них.

И действительно, анализ показал, что как только человек попадает в космос, в лейкоцитах отключаются 247 генов, ответственных за синтез иммунных белков. Но при этом включаются 29 генов, кодирующих белки, связанные с клеточными структурами и их функционированием.

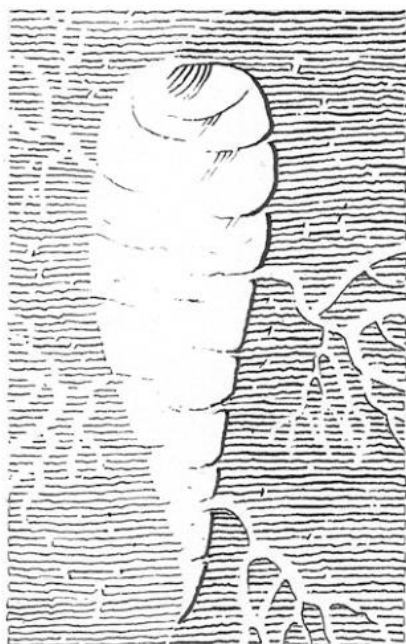
Так что гипотеза подтвердилась. Да, у человека, попавшего в космос, снижается иммунитет, и он становится более уязвим для инфекций разного рода.

В чем причина? Ответ очевиден — причина в гравитации. Более тонкое понимание этой взаимосвязи еще предстоит выяснить. Но уже известно, что иммунный статус космонавта восстанавливается после возвращения на Землю. То есть отключившиеся гены в лейкоцитах включаются, а включившиеся — отключаются. Иными словами — все возвращается на круги своя, на предполетный уровень. На это требуется от нескольких недель до года.

Эти результаты свидетельствуют о том, что астронавты подвергаются повышенному риску заражения в течение как минимум одного месяца после возвращения на Землю. Поэтому все это время они должны находиться под наблюдением медиков. Так что

для оптимального функционирования иммунной системы астронавтов требуется земная гравитация. Слава Богу, что иммунный дефицит в космосе носит временный характер и исчезает на Земле.

Результаты исследования очень важны. На их основе теперь можно разработать меры, которые предотвратят подавление иммунитета во время пребывания в космосе. А это крайне важно, в частности, при длительном полете.



Каротин и атеросклероз

ВСЕ МЫ с детства знаем, что морковь полезна. Ну как же, там волшебный бета-каротин, провитамин А. Так что грызи морковку, и будешь хорошо расти и зрение у тебя будет, как у орла. Мы также усвоили, что для превращения бета-каротина в витамин А требуется жир, в котором этот витамин растворяется. Неважно какой, животный или растительный. Можно в тертую морковку или морковный сок добавить сметану, а можно растительное масло. И то, и другое будет хорошо.

Это волшебное вещество каротин впервые выделили из желтой репы и моркови почти 200 лет назад. По име-

ни последней, *Daucus carota*, вещество и получило свое название. Потом каротин нашли в осенних листьях. Потом в зеленых растениях...

И лишь спустя 20 лет после открытия каротина русский химик-органик, который известен вам как композитор Александр Порфирьевич Бородин, автор оперы «Князь Игорь», доказал, что желтый пигмент, извлеченный из зеленых растений, состоит из смеси минимум двух различных пигментов.

Так сложилось понимание, что каротины морковки — это члены огромной семьи каротиноидов, изучение которой продолжается и по сей день. Сегодня химикам известны уже более 800 разновидностей каротиноидов. То есть 800 разных по структуре молекул этих углеводов. Правда, всех их объединяет одно — каждая молекула, независимо от вида каротиноида, содержит 40 атомов углерода.

И вся эта желто-красно-оранжевая семейка чрезвычайно важна для жизни на земле, потому что, наряду с хлорофиллом, каротиноиды участвуют в фотосинтезе. Это значит, что они есть во всех растениях и водорослях, которые превращают углекислый газ и воду в органику и производят кислород, которым мы дышим.

Неудивительно, что каждый год растения синтезируют более 110 миллионов тонн этих желтых пигментов. Неудивительно также, что сегодня ученые открыли уже более 20 функций каротиноидов в живых организмах.

И вот — новое наблюдение: каротины защищают сосуды человека от атеросклероза и последующих сердечно-сосудистых заболеваний. Вообще-то, специалисты и прежде подозревали, что каротину могут и это. Но не было доказательств. А теперь испанские ученые подтвердили подозрения экспериментом, в котором участвовали 200 человек от 50 до 70 лет.

У добровольцев, принимавших участие в исследовании, анализировали кровь на содержание каротинов, а также с помощью ультразвука рассматривали сонные артерии и атеросклеротические бляшки, если они там были.

И вот что выяснилось. Чем выше была концентрация каротинов в крови, тем меньше было атеросклеротическое бремя, особенно у женщин. Таким образом, исследователи подтвердили, что диета, богатая фруктами и овощами и, следовательно, каротинами, снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний.

Эта мысль не нова и в общем виде сформулирована давно — ешь побольше овощей и фруктов, и будет тебе счастье.

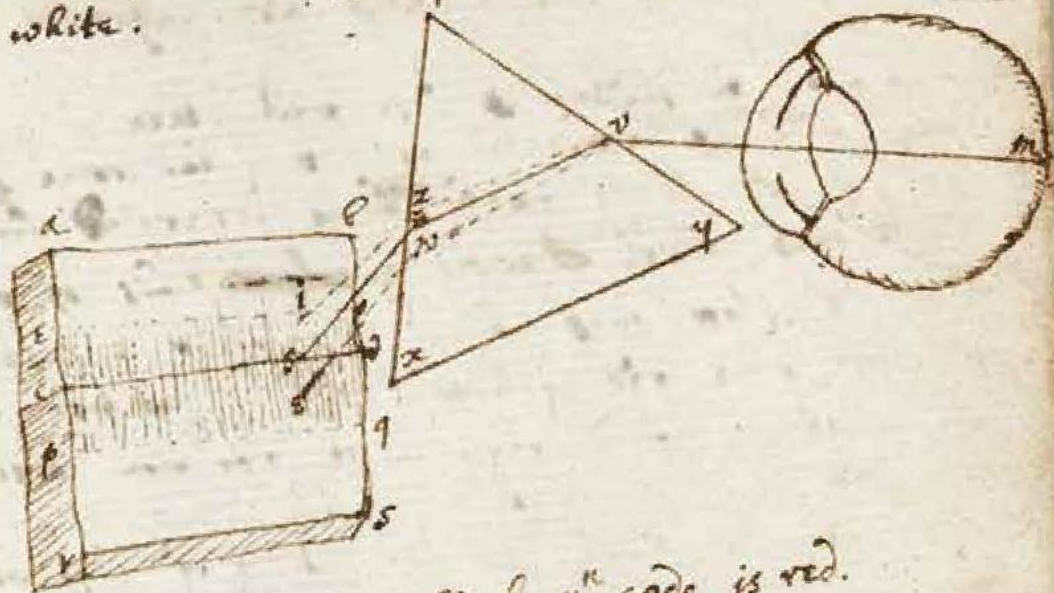
Хотя, конечно, простой корреляции недостаточно. Хорошо было бы разъяснить, каким образом каротиноиды не позволяют бляшкам образовываться в сосудах. Надеюсь, что эти тонкие биохимические исследования будут выполнены и мы узнаем всю правду.

А пока, в свете открывшихся экспериментальных обстоятельств, давайте будем особенно благосклонны к морковке, дыне, тыкве, манго, абрикосам, мушмуле, болгарскому перцу, помидорам, капусте, салатам... В общем, ко всему желто-оранжево-красно-зеленому. Яркие каротины, придающие цвет плодам и листьям, не дадут нам ошибиться. И, в конце концов, это просто вкусно.

Подборку подготовила
Л. Стрельникова

Иллюстрации —
Петра Перевезенцева

Of colours
 Try if two Prisms y^e one casting blew upon y^e other red does not
 produce a white. (69)



If abdc be white & cdsv black yⁿ code is red.
 If abdc be black & cdsv white yⁿ code is blew.
 If abdc be blew & cdsv white yⁿ code is blower.

If (abdc) be	white	as cdsv be	blew	y ⁿ code is	Red.
	black		blew		greener blower.
	blew		black		greene or Red
	black		red		blew.
	red		black		redder.
	red		white		blew.
	white		red		redder.
	whiter		whiter		blew.
	black		black		redd.
	black		black		greene or blower

The more uniformly the globuli move y^e optick nerves
 y^e more body seems to be coloured red yellow blew
 greene etc But y^e more variously they move than these
 more body appears white black or gray.

А. Гурьянов

Что такое цвет?

Вопрос, ответ на который кажется очевидным большинству людей, пока они не задумаются, становится все более актуальным в наше время компьютерных технологий и искусственного интеллекта. В учебниках по физике нет подробного разбора этой темы, а объяснения специализированных руководств часто выглядят натянутыми и непоследовательными. Они нередко противоречат интуиции людей, профессионально работающих с цветом: художников, дизайнеров, ювелиров.

Сегодня колоссальные исследовательские ресурсы мира брошены на решение проблемы автоматического распознавания образов. И цвет играет в ней далеко не последнюю роль. Инженеры и ученые постоянно разрабатывают новые источники света для гаджетов, телевидения, уличного освещения. Иногда их цвет неотличим от традиционных источников, но наши глаза почему-то начинают испытывать неприятные ощущения. И это далеко не полный перечень причин, по которым нелишне углубиться в основы представлений о цвете и историю их появления.

Цвет и белый свет

Мир полон красок. В среднем человек различает десять миллионов оттенков, особо одаренные натуры — в десять раз больше. Тема цвета близка каждому и волнует людей столько, сколько существует человечество. Исполон веку она особенно интересовала людей искусства. Живописцы и древние философы накопили многовековой опыт в колористике. В донаучный период именно они были главными экспертами по цвету.

Ещё в 5 веке до н. э. греческий философ Эмпедокл учил, что существуют основные цвета, смесь которых дает любой колер. Несколько столетий назад после знаменитого опыта Ньютона цвет стал предметом науки.



▲ Исаак Ньютон (1642—1727) был первым, кто в эксперименте получил спектры солнечного излучения и объяснил их природу

◀ Фрагмент из заметок И. Ньютона по поводу экспериментов со светом

С тех пор полного консенсуса у физиков и художников нет. Эклектичность представлений о цвете заметит каждый, кто займется детальным изучением проблемы. Строгая теория цвета остается делом будущего. Сегодня же большинство экспертов сходятся в том, что цвет есть результат психической деятельности мозга, который по-своему интерпретирует поступающие от зрительных рецепторов сигналы. Есть и другие мнения.

До сих пор окончательно не понят механизм восприятия цвета человеческим глазом и мозгом. Так, в книге «Компьютерная графика» В.И. Мураховского читаем: «Вопросы описания цветовых характеристик относятся к одной из наиболее сложных и запутанных областей не только прикладного предмета компьютерной графики, но и фундаментальных наук: биологии, физики, других дисциплин».

Однако чтобы использовать явление, необязательно понимать его природу. Сегодня на базе установленных опытным путем цветовых закономерностей вполне успешно функционируют кино, телевидение, полиграфия, фотография, компьютеры и пр.

Кит ослу, жирафу, зайке голубые сшил фуфайки

Многие столетия считалось, что основные цвета — это красный, синий и желтый. Пока в мир не явился Исаак Ньютон, благодаря идеям которого существует наша техногенная цивилизация. Он внес сумятицу в установившиеся веками представления и положил начало научному эмпирическому изучению природы цвета. Три столетия назад он провел свой классический опыт по разложению белого света на радужные цвета при его прохождении через треугольную призму.

В опыте с призмой великий англичанин выделял семь цветов радуги, от красного до фиолетового. О том, почему их должно быть семь, по числу нот в музыкальной гамме (красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый), а не, скажем, пять, до сих пор идут дискуссии. Правда, в отсутствие теории цвета с ясными основаниями они не очень плодотворны.

Расположив цвета радуги по периметру окружности, Ньютон свел их в замкнутую систему. Эта цветовая модель, однако, была не полна. Смешение составивших ее цветов в разных пропорциях не исчерпывало всех цветов, различаемых глазом. Между фиолетовым и красным существует еще диапазон пурпурных оттенков.

Изучал Ньютон и глаз. Он, дававший фору в медицине любому эскулапу и всю жизнь лечившийся сам, запускал тонкий щуп из слоновой кости себе в глазницу и давил его кончиком на глаз сзади. При этом он наблюдал концентрические цветные круги. Также они появлялись в его опыте по отражению света от прижатой к стеклянной пластине линзы. Теперь их называют кольцами Ньютона.

Основатель механики считал свет потоком частиц, а цвет — результатом давления этих корпускул. В те же времена существовала и альтернативная, волновая теория света, разработанная голландцем Христианом Гюйгенсом. К сегодняшнему дню физика пришла к пониманию двойственной, корпускулярно-волновой природы света. Согласно теперешним представлениям, при распространении свет ведет себя как волна, при излучении и поглощении — как частица. Однако корпускулярно-волновой дуализм до сих пор оставляет у многих исследователей чувство незавершенности.

Теория дисперсии световых волн объяснила опыт Ньютона. Гармоническая электромагнитная волна задается определенной частотой (и обратно ей пропорциональной длиной волны). Набор волн составляет спектр, который характеризует зависимость энергетического вклада каждой волны от ее частоты. Волны разных частот, вместе составляющие белый свет, распространяются в призме с разной скоростью. Поэтому на ее границах они преломляются под разными углами, порождая на выходе набор семи цветов.

Этого знания физикам, в общем-то, оказалось достаточно, так как позволило каждому из семи цветов радуги присвоить свой диапазон частот (или длин волн),

то есть перевести цвет в число. Такой подход исключает из рассмотрения глаз, то есть заменяет его свойствами стандартизованными средними характеристиками. Описание цвета как волны с определенной частотой (длиной волны) дало возможность конструировать преобразующие цвет аппараты и однозначно воспроизводить его с помощью различных светотехнических устройств.

Крон, кармин и кобальт

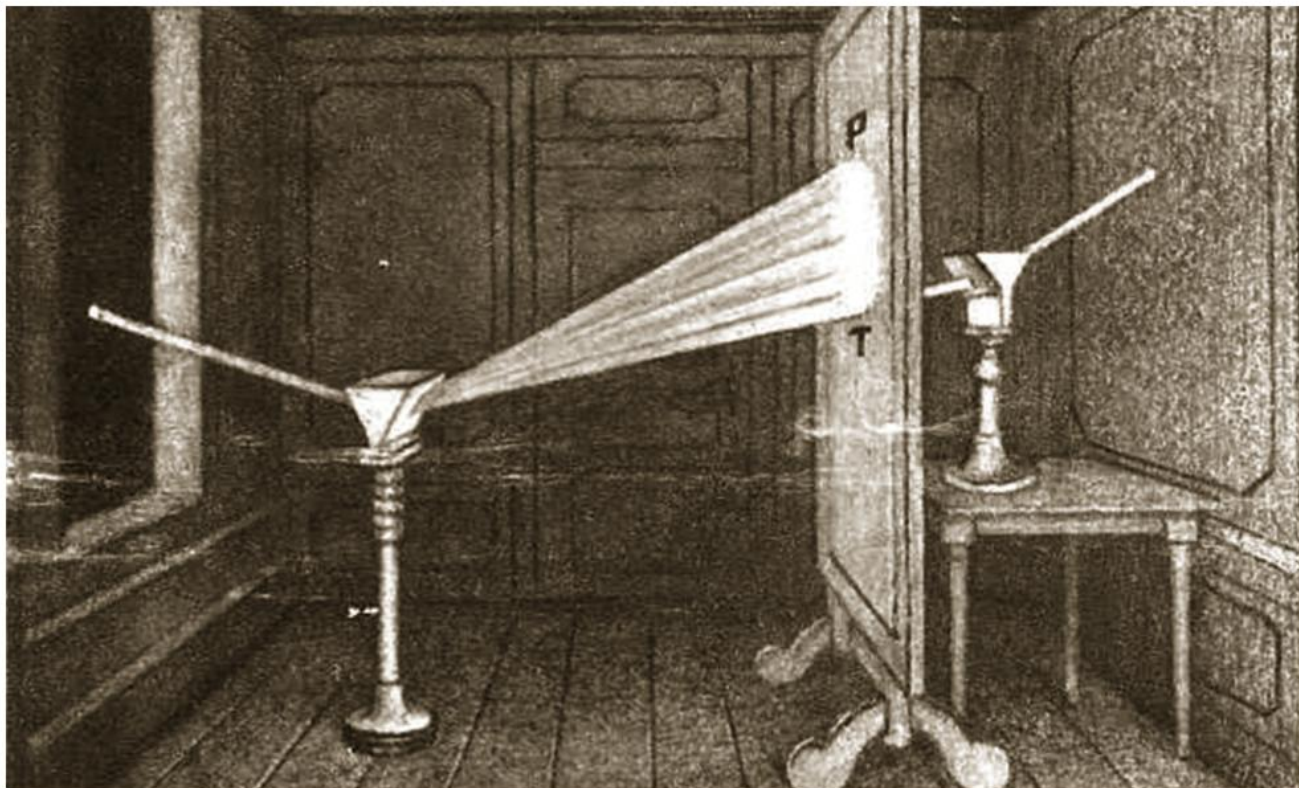
Двести лет назад, в начале XIX века, в спор с теорией Ньютона вступил Иоганн Вольфганг Гёте. Он написал объемную книгу, которую сам ценил выше всех своих поэтических произведений. Она называлась «К теории цвета» («Zur Farbenlehre»). Сам поэт полагал, что его книга будет оценена лишь в 2000 году.

Естествоиспытателей работа не впечатлила, так как не выдвигала никакой научной теории, то есть не давала возможности однозначно предсказывать результаты цветовых экспериментов. Тем не менее автор утверждал, что он единственный человек своего века, обладающий истинным знанием о цвете. Это знание для него было интуитивным, как сегодня принято говорить, эзотерическим. В своей работе Гёте проводил философские параллели между восприятием цвета и закономерностями психического и духовного постижения мира человеком.

Книга Гёте пользовалась широкой популярностью среди образованных людей своего времени. Ее высоко ценили и некоторые известные ученые XX века, например один из создателей квантовой механики Вернер Гейзенберг. К неоспоримым достоинствам книги следует отнести то, что она содержала описание всех известных к тому времени оптических экспериментов с цветом, скрупулезно повторенных поэтом. Многие из этих опытов ждут своего объяснения до сих пор.

Гёте предлагал и свои цветовые системы, которые, правда, не были оригинальным достижением поэта. Широко известен его цветовой треугольник, в вершинах которого расположены красный, желтый и голубой цвета. Любой колер может быть получен смешением в разных пропорциях этих основных тонов. Если между ними поместить промежуточные тона, оранжевый, зеленый, фиолетовый, то получится шестигранник или круг Гёте.

Поэт опирался на опыт художников, которые ориентированы на естественный свет, отражаемый поверхностями произведений искусства. Они обычно покрыты красками, пигментами, тканями, мозаикой, стеклом и другими материалами, которые поглощают и выборочно отражают разные длины волн источника света. Таким образом, в глаз наблюдателя попадает спектр, в котором отсутствуют волны некоторых частот. Иными словами, они вычитаются из него. Это приводит к изменению цвета в сравнении с необработанной поверхностью, которая обычно рассеивает белый свет на своих неоднородностях без изменения его спектрального состава.



▲ Схема опыта Ньютона с призмами по спектральному разложению белого света, 1666 год

Цвет обладает свойством неоднозначности — разные по спектральному составу световые лучи способны давать одинаковое цветовое ощущение, одинаковый отклик глаза и мозга, то есть один и тот же цвет. Это называют эффектом метамерии, а соответствующие цвета — метамерами. Например, флуоресцентные лампы, которые имеют спектр из нескольких узких полос, выглядят такими же белыми, как и широкополосный дневной свет. Однако физически цвет связан с тем, как его поглощает, отражает и рассеивает поверхность предмета. При искусственном свете она будет выглядеть иначе, чем при дневном.

Если структуру поверхности модифицировать, например нанести на нее тонкие пленки, то может измениться и ее цвет. Такие цвета могут быть результатом интерференции света на поверхности, например на покрывающих ее пленках или повторяющихся вдоль нее структур, размеры которых сравнимы с длиной волны. Таким свойствами обладают крылья бабочек, перья птиц, надкрылки жуков, внутренние поверхности ракушек и пр.

Цвет медицины

В последние несколько столетий идеи Ньютона были развиты и дополнены. В конце XVIII века врач по образованию, известный английский физик Томас Юнг соотносил базовых цвета с тремя типами гипотетических «чувствующих элементов» глаза. В середине XIX века на основе этого представления о цветовой рецепции измерением цвета занялся Джеймс Максвелл, впоследствии основатель теории электромагнетизма. Его

работы диктовались не только научным интересом, но и потребностями технической революции, в частности рождением фотографии. Максвелл разработал приборы и методы, позволяющие определять характеристики цвета, которые используют и сегодня.

К началу XX века естествоиспытатели досконально изучили анатомию глаза и сильно продвинулись в понимании его физиологии. Крупнейший немецкий врач и физик Герман Гельмгольц предложил объяснение механизма цветового зрения. Он связал три базовых цветовых тона с тремя видами так называемых колбочек, сенсорных клеток сетчатки глаза, и определил их спектральную чувствительность. Согласно теперешнему пониманию, подтверждаемому биохимическими исследованиями, возбуждение этих рецепторных клеток в различной пропорции и дает разные цвета.

Фиолетово-синие колбочки типа S (Short) наиболее чувствительны к длинам волн около 0,45 мкм. Генетически они очень сильно отличаются от зеленых (0,54 мкм) колбочек типа M (Middle) и близких им зелено-желтых (0,57 мкм) колбочек типа L (Long), которые иногда называют красными. Все колбочки чувствительны в довольно широком диапазоне длин волн. Глаз преобразует свет любого состава в три основных сигнала, соответствующих спектральному диапазону каждого типа.

В сумерках колбочки нечувствительны, поэтому цвета неразличимы. При промежуточном освещении,

когда сигнал колбочек слаб, цвета изменяются. К примеру, при низких интенсивностях оранжево-желтый выглядит коричневым, а желто-зеленый — оливково-зеленым.

Кроме колбочек, глаз содержит и другие светочувствительные клетки, палочки. Они функционируют при слабом свете и не воспринимают цвета. При достаточном освещении палочки не работают, сигналы дают лишь колбочки.

Если направить на глаза слишком яркое излучение, то их фоторецепторы могут потерять свою чувствительность. Спустя секунды после окончания облучения их сигнал будет слабее обычного. Он, конечно, восстановится, но в эти секунды наблюдаемая картина будет выглядеть так, как будто в ней отсутствует цвет насыщенного рецептора определенного типа.

Из-за такого последствия человек видит яркий предмет в дополнительном цвете, то есть в том, который в сумме с основным дает белый. Это, например, пары голубой — оранжевый, фиолетовый — желтый, красный — зеленый. Взглянув на яркий предмет и закрыв глаза, мы наблюдаем черный силуэт предмета (пара белый — черный).

Трехцветная теория — это сильное упрощение. Она справедлива для статичного, неизменного окружения. В реальности все гораздо сложнее. Зрение постоянно адаптируется к динамике, к перемещению и смене освещенности предметов. И делает это так, чтобы их цвета, по возможности, оставались постоянными. Более современные теории в той или иной степени модифицируют трехцветную теорию для описания цвета в динамике.

Зрительную функцию мозга изучают давно. Так, половина Нобелевской премия 1981 года по медицине была присуждена за работы, посвященные механизмам обработки мозгом зрительной информации, в том числе цветовой. Здесь интересно то, что из глаза в мозг информация о цвете одновременно передается по трем каналам, каждый из которых собран из сигналов колбочек. Это красно-зеленый и сине-желтый каналы, а также черно-белый канал яркости.

Триколор в полях чудес

Сегодня специалисты уверены в том, что основные полупырические закономерности восприятия цветов уже установлены. Как сказано выше, большинство цветов, которые различают люди, можно получить смешением трех основных колеров. То есть любой цвет можно задать тремя независимыми переменными. Этот факт используют для воспроизведения цвета в фотографии, полиграфии, телевидении, и пр.

В наше время считается, что основные цвета — это не качество света, а свойство человеческого глаза. Поэтому их выбор для технических устройств достаточно произволен. Существует множество вариантов представления одного цвета через три независимых

переменных. Эти способы называются цветовыми пространствами или моделями. Часто они очень не похожи друг на друга. Причина этого в уже отмеченном отсутствии однозначного соответствия между цветом и физическими характеристиками световых волн. Каждое из пространств имеет свои преимущества и недостатки.

Существуют аддитивные и субтрактивные модели. Первые применяют для светоизлучающих приборов, где смешение, «сложение» трех максимальных сигналов, например от красных, зеленых и синих светодиодов, дает белый свет. При «вычитательном», субтрактивном смешении цветов, соответствующем смеси красок на палитре художника, цвета получаются вычитанием из белого цвета базовых цветов, например бирюзового, пурпурного и желтого. Такие модели удобны для книгопечатания.

Исторически сложилось так, что одной из основных цветовых моделей стал телевизионный стандарт передачи цвета RGB. Любой цвет в модели RGB представляется суммой красного (Red), зеленого (Green) и синего (Blue), поэтому модель называется аддитивной. Вообще же выбор основных цветов достаточно произволен.

Модель RGB сегодня основная для цветовоспроизводящих устройств, например дисплеев, так как их пространственный элемент изображения, пиксель, составлен из трех частей разных цветов, которые глаз не разделяет и воспринимает как единый колер. Так дисплеи компьютеров и гаджетов содержат микроизлучатели красного, зеленого (желтого) и синего цветов.

Любой оттенок имеет качественные и количественные характеристики. Первая — это собственно цветовой тон. Чистый, насыщенный тон задается спектрально чистым цветом (по Ньютону). Кроме спектральных тонов, существуют пурпурные цвета, с точки зрения человеческого глаза средние между красным и фиолетовым.

Вторая характеристика цвета — насыщенность, так сказать, глубина цвета. При снижении насыщенности цвет становится более блеклым и стремится стать серым. Третья количественная энергетическая характеристика цвета — это светлота или яркость. Оттенки одного тона могут различаться насыщенностью и яркостью. Измеряют цветовые параметры колориметрами и спектрофотометрами.

В модели HSL координатами служат цветовой тон (Hue), насыщенность (англ. Saturation) и светлота (Lightness). Модель удобна для сравнения оттенков разных цветов. Познакомиться с этой моделью может любой пользователь компьютера, если нажмет правую кнопку мыши на рабочем столе монитора и изучит его цветовые настройки. Тут же числовые параметры HSL автоматически переводятся в числа модели RGB.

Хорошо известна применяемая в полиграфии модель CMYK, построенная на основе дополнительных к R, G и B цветов: бирюзового (Cyan), пурпурного (Magenta) и желтого (Yellow). Художникам эта субтрактивная

модель наиболее близка из-за вычитания цветов при падении естественного света на предмет. Разработаны и другие модели, в частности модель международной комиссии по освещению (CIE) Lab. Она позволяет без искажений воспроизводить изображения на самых разных устройствах вывода. Разные цветовые модели применяют в разных технологических отраслях и областях знания.

Колористика иных миров

Глаз человека содержит колбочки трех типов, но у большинства млекопитающих их только два. Другие позвоночные, птицы, рептилии, амфибии и костные рыбы, как правило, обладают колбочками четырех типов. Это значит, что они могут видеть разными те цвета, которые мы видим одинаковыми. Некоторые беспозвоночные, например ротоногие (раки-богомолы) имеют целую дюжину типов светочувствительных колбочек. Можно только пожалеть, что среди них нет художников.

Нейрофизиологи давно спорят о том, есть ли среди людей особи, которые видят в четырех основных цветах. Дело в том, что это теоретически возможно — примерно половина женщин обладает четырьмя типами колбочек. Могут ли они различать цветов больше, чем обычные люди, вопрос пока нерешенный. Некоторые люди от природы способны узнавать сотню миллионов оттенков. Обычно это художники. Таким, по-видимому, был знаменитый русский живописец Архип Куинджи, известный своими цветовыми экспериментами.

Цвет — это не только земное свойство. Астрономы давно наблюдают разнообразную цветовую музыку звезд и галактик. Полеты космических аппаратов внутри Солнечной системы принесли массу цветовых открытий. Достаточно вспомнить желто-черный спутник Юпитера Ио.

Однако если снимки сделаны в неземных условиях, то цвета могут отличаться от того, как бы их увидел глаз. Дело в том, что спектральные характеристики телескопов космических аппаратов выбирают так, чтобы они были особо чувствительны к спектрам определенных химических соединений, обнаружить которые предполагают на поверхности космических тел, в атмосферах и облаках звезд и галактик. Задача правильного воспроизведения цвета поверхности здесь не стоит. Например, после полетов советских и американских аппаратов к Луне большинство человечества было уверено, что поверхность Луны серая. И лишь последние китайские лунные миссии заставили вспомнить, что она имеет коричневый оттенок.

Из-за того что многие приборы космических аппаратов делают снимки в невидимом для глаза спектральном диапазоне, астрономические фотографии обычно представляют объект в искусственных цветах. Способы преобразования спектров инфракрасного, ультрафиолетового, да и любого другого излучения, в привычный нашим глазам набор цветов опираются на спектральный подход Ньютона.

Цветная психология

Интуитивному постижению цветовосприятия посвятил свои работы не только Гёте. На этом поприще отметились многие художники, искусствоведы и философы. Цветовосприятие давно стало предметом широких, иногда довольно экзотических исследований. Например, лингвисты сопоставили количество слов, обозначающих названия цветов в языках разных народов. Оказалось, оно очень сильно варьируется.

Классикой психоколористики стало фундаментальное сочинение швейцарского художника и искусствоведа Йоханнеса Иттена под названием «Искусство цвета». Он считал, что восприятие цвета субъективно, а цветовые раздражения затрагивают весь телесно-духовный организм человека. Оранжевый и красный цвета воспринимаются как возбуждающие, зеленые — успокаивающие. Голубой цвет создает впечатление глубины, а желтый — радости.

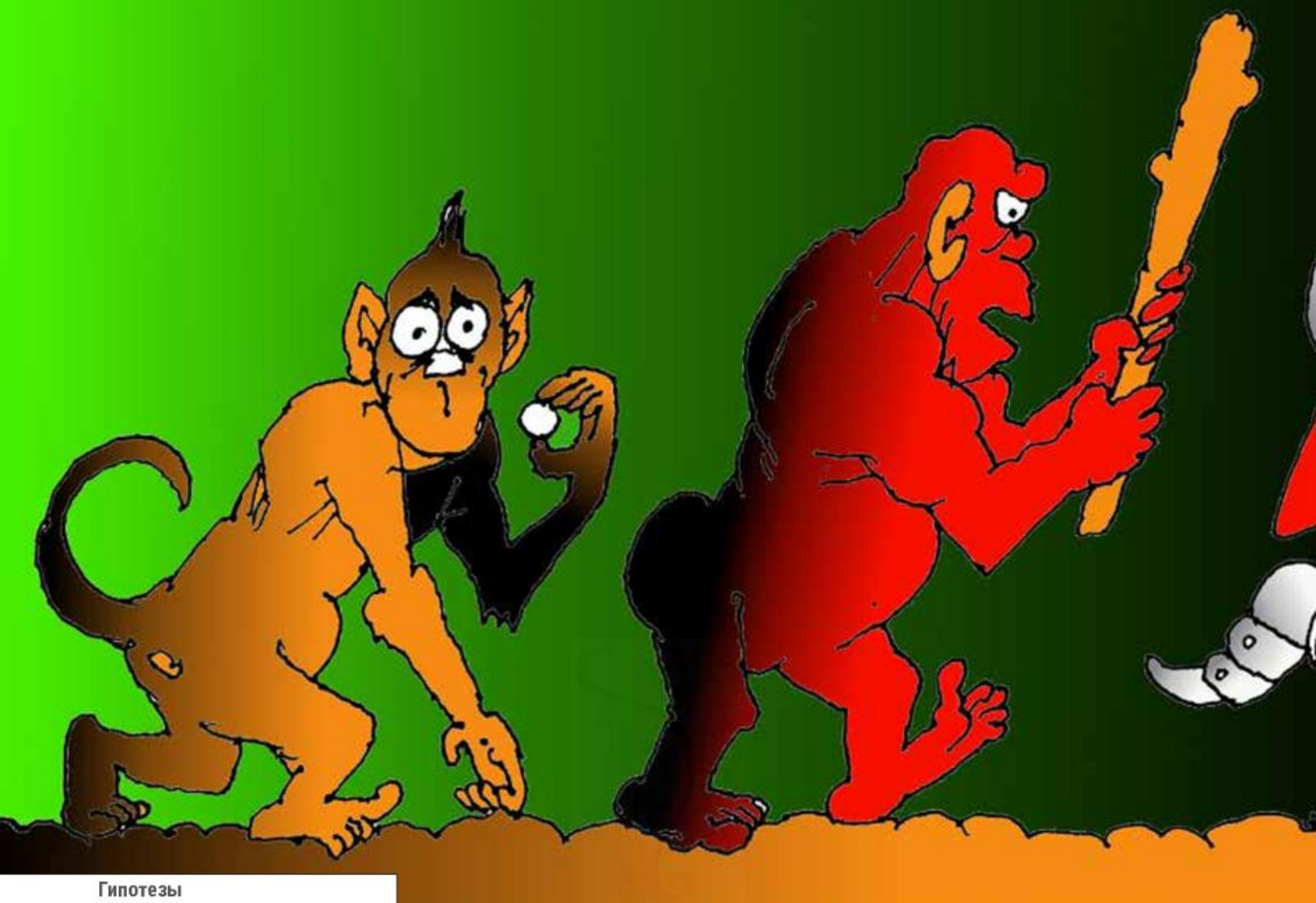
Цветам приписывают свойство теплоты. Самые теплые тона — это красный, оранжевый, желтый. Они напоминают цвет огня. Холодные цвета, голубые, синие и фиолетовые, напоминают лед и воду. Цвета различают и по активности. Красный цвет самый активный, зеленый — самый пассивный.

Такие соответствия качеств, определяемых разными органами чувств, принято называют синестезией. Пифагор испытывал ее и писал об этом еще в 550 году до н. э. Пифагорейцы соотносили цвета с музыкальной гаммой. Это, впрочем, совсем неудивительно для любого музыкально одаренного человека.

Психологи давно доказали, что каждый человек обладает своей внутренней, одному ему свойственной цветовой шкалой и может в цвете выразить свое настроение, особенности характера, представления и чувства. Йоханнес Иттен писал, что у каждого человека есть целая шкала любимых цветов. На этом основан тест Люшера, широко применяемый в современной психологии, когда человеку предлагают ранжировать разные цвета в порядке личного предпочтения.

На основании суждений И. Гёте, Й. Иттена и других классиков в книге Г. Фрилинга и К. Ауэра «Человек — цвет — пространство» сделан следующий вывод: «Так как склонность человека к тому или иному цвету может меняться под воздействием материальных или духовных факторов, то возникает мысль, что личную цветовую шкалу можно в известной мере рассматривать как выражение индивидуальности».

Природа цвета по-прежнему остается предметом споров физиков и художников. Опыт, знания тех и других со временем становятся их интуициями, которые сильно отличаются. Хотя уже намечены точки соприкосновения. Тысячелетняя система, которая утверждает, что основных цветов три (красный, желтый, зеленый) не встраивается в концепции современной физики, но по-прежнему сохраняет свое влияние в искусстве. Что ж, при отсутствии бесспорной теории цвета каждый волен иметь о нем собственные представления.



Гипотезы

Кандидат биологических наук

Н.Л. Резник

Человек выходит на пробежку

Двенадцатого сентября 490 года до нашей эры состоялась марафонская битва — это установленный факт. А есть еще легенда о греческом воине по имени Евкл, который пробежал более 42 км от Марафона до Афин, сообщил о победе и умер. Если это правда, то бедняга Евкл был, очевидно, слишком утомлен боем, в котором участвовал, иначе остался бы жив — человеку по силам пробегать и не такие расстояния.

Выпрямив ноги и вытянув шею

Шесть-семь миллионов лет назад предки человека попробовали ходить на двух ногах. Дело происходило в Африке, где было в то время теплее и влажнее, чем сейчас, но климат уже менялся, становился более сухим и прохладным, и дождевые леса местами редели. Это не понравилось плодоядным обезьянам, потому что им труднее стало добывать фрукты.

Одна из гипотез, объясняющих развитие прямохождения, как раз и предполагает, что стоя было



Иллюстрация Сергея Тюнина

удобнее срывать плоды. Современные обезьяны тоже часто встают вертикально, когда кормятся на земле или на деревьях, и это умение их очень выручает, когда плодов немного. Но чтобы стоять, ходить не обязательно. Поэтому появилась вторая гипотеза, не исключая первая, согласно которой прямохождение позволило более эффективно двигаться, а нашим предкам нужно было преодолевать все большие расстояния, чтобы находить еду.

Наш ближайший родственник среди современных человекообразных обезьян — шимпанзе. У нас был общий предок, и он, скорее всего, ходил так же, как современные шимпанзе и гориллы, опираясь на средние фаланги передних конечностей. Увы, такой способ передвижения крайне неэффективен. Чтобы переместить единицу массы тела на единицу расстояния, шимпанзе требуется в четыре раза больше энергии, чем двуногому существу. И хотя

рацион шимпанзе более чем на 75% состоит из фруктов, проходят они в среднем всего 2–3 км в день. Гориллы еще менее склонны к прогулкам, их дневной мотон не превышает километра. Перейдя к прямохождению, первые двуногие получили существенные энергетические выгоды и смогли совершать довольно далекие прогулки. Этот переход занял несколько миллионов лет и потребовал больших изменений.

Всякий, кто видел шимпанзе в цирке, понимает, что долго он на задних ногах не продержится, хотя дрессировщик и напялил на него штаны и шляпу. Обезьяне мешают осанка, ноги, которые нельзя распрямить, плоские подошвы с длинными пальцами, напоминающие ладони. Первые двуногие, хотя и передвигались вертикально, однако стояли и ходили не так, как современные люди и, по-видимому, еще очень неплохо лазили по деревьям.

Представители рода *Australopithecus*, жившие 3–4 миллиона лет назад, уже достаточно уверенно шагали на двух ногах, почти прямых, с относительно выпрямленными бедрами и коленями, а справиться с нагрузками, возникающими при ходьбе, помогали крупные коленные и тазовые суставы. Ходить легче с узким тазом, и подвздошные кости повернулись вовнутрь. Австралопитекам выпало жить на относительно открытых пространствах, и ученые полагают, что они проходили за день большее расстояние, чем современные африканские человекообразные обезьяны.

Человек прямоходящий *Homo erectus*, живший 1,8 миллиона лет назад, размерами был подобен современным людям и, вероятно, как и нынешние охотники-собиратели, вышагивал за день по 9 – 15 километров. Оптимальная скорость ходьбы для человека средних размеров составляет 1,2 м/с, что примерно на 20% быстрее, чем у шимпанзе, и энергии, как мы помним, требует существенно меньше. Но *H. erectus*, в отличие от австралопитека, не только ходил, он еще и бегал. Современные охотники, преследуя добычу, преодолевают 15–30 км, чередуя ходьбу и медленный бег. По сравнению с шимпанзе, которые обычно не пробегают больше ста метров, это несомненный прогресс.

Правда, скорость бега у людей подкачала. Обычный человек пробегает дистанцию в несколько сотен метров со скоростью 2,8–4,1 м/с, а длинную, пять

километров и более, со скоростью 2,2–3,3 м/с. Это примерно вдвое медленнее, чем у большинства четвероногих сходных размеров. С такой скоростью ни приличную добычу догнать, ни от хищника убежать. Зато люди могут бежать несколько часов подряд, причем по жаре. Больше никто из приматов и почти никто из млекопитающих такой выносливостью не обладает.

Почти два миллиона лет среди представителей рода *Homo* идет отбор на выносливость, особенно при беге. Доказательства в пользу этой гипотезы много лет собирает профессор кафедры эволюционной биологии человека Гарвардского университета, палеоантрополог Дэниел Либерман (Daniel Lieberman). Мы уже писали о его исследованиях (см. «Химию и жизнь», 2010, 6).

По мнению ученого, в пользу отбора на выносливость при беге свидетельствуют многие особенности скелета *H. erectus*.

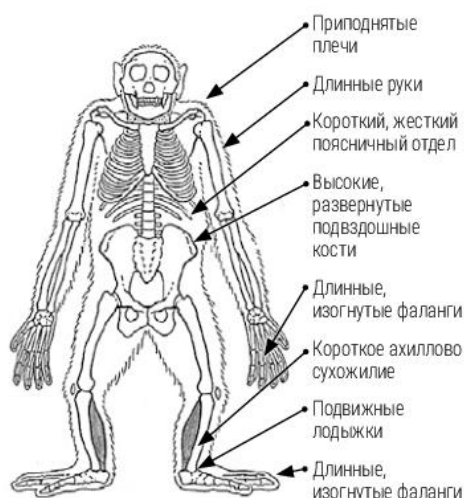
Бег — это постоянные подскоки. Во время бега центр тяжести бегуна то приподнимается, то опускается, и, когда бегун отталкивается от земли, хорошо бы ему помогли отскочить. Длинное ахиллово сухожилие, приобретенное в процессе эволюции, накапливает и высвобождает упругую энергию, и продольный свод стопы, благодаря крупному пяточно-кубовидному суставу, функционирует, как пружина.

От постоянных подскоков, да еще усиленных внутренней пружиной, здорово трясет. Такой бег был бы подобен езде по ухабам в безрессорном экипаже, не позаботясь природа об амортизации. И у человека весьма крупная ягодичная мышца, которая при беге смягчает удары, передаваемые на корпус.

▼ Чтобы австралопитеки могли ходить, а представители рода Ното — бегать, пришлось существенно перестроить скелет (на рисунке показаны только главные изменения)

Адаптации к жизни в лесу

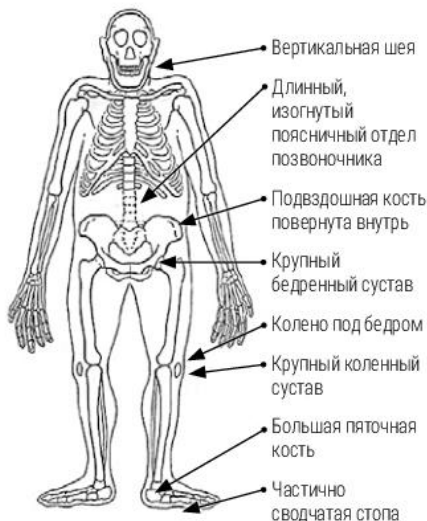
Шимпанзе



Адаптации к ходьбе

Австралопитек

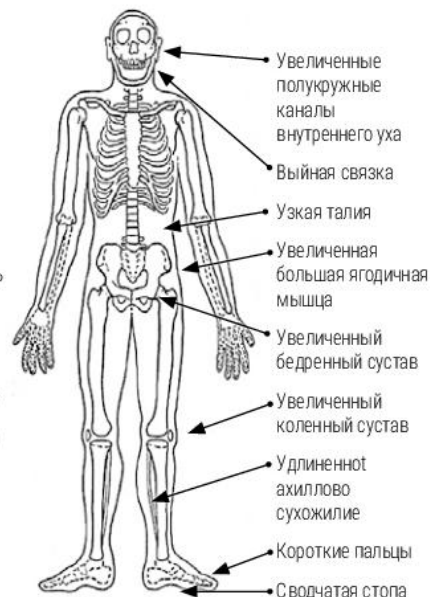
Australopithecus afarensis



Адаптации к бегу

Человек прямоходящий

Homo erectus



А мозг от тряски сберегает длинная шея, отделяющая голову от плеч (она же позволяет голове поворачиваться независимо от туловища), и шейная связка, которая стабилизирует голову при беге. А еще, чтобы бегуна не укачало, у *Номо* увеличены передние и задние полукружные каналы внутреннего уха, помогающие телу ощущать движения и повороты и регулировать равновесие. Полукружные каналы людей больше, чем у шимпанзе и австралопитеков.

Ослабив мышцы

Благодаря изменениям скелета, люди получили возможность ходить и бегать, пусть не очень быстро, зато долго. При этом они еще нередко тащили на себе еду, добычу, детей. Собираателям приходилось в таких походах по несколько часов копать землю. Чтобы проделывать все это и не очень уставать, нужна большая, нет, не сила — выносливость. Спротивляться утомлению помогает правильно организованная скелетная мускулатура.

Мышечная выносливость — это способность часами генерировать и поддерживать повторяющиеся умеренные нагрузки и при этом не утомляться.

Скелетная мышца состоит из множества миофибрилл — длинных многоядерных мышечных волокон. Различают два основных типа волокон: быстрые и медленные. Для сокращения миофибрилл необходима АТФ. Быстрые волокна получают ее в результате гликолиза — происходящего в цитоплазме анаэробного расщепления глюкозы, а медленные — за счет окислительного фосфорилирования, которое происходит в митохондриях и, как следует из названия, требует кислорода.

При гликолизе АТФ образуется в 2–3 раза быстрее, и мышца производит в 2–3 раза больше механической энергии, чем при окислительном фосфорилировании. Однако запасов глюкозы для усиленной работы в клетке хватает ненадолго, АТФ перестает образовываться, в клетке накапливается молочная кислота и наступает утомление. Быстрые волокна хоть и сокращаются сильно, работают недолго.

В медленных волокнах много митохондрий, они хорошо снабжаются кровью и кислородом, однако для доставки кислорода требуется время, поэтому их ответа на нервное возбуждение приходится подождать. Они сокращаются неспешно, зато дольше работают без признаков утомления.

Мышца обычно состоит из волокон обоих типов, но в разном соотношении, которое и определяет силу и выносливость мышцы в целом. Сила требует быстрых волокон, выносливость — медленных. Увеличить оба этих качества одновременно, увы, невозможно. Например, у элитных десятиборцев показатели в спринте на 100 м, толкании ядра и прыжке в длину (действия, требующие скорости, силы, мощи) отрицательно коррелировали с результатами в беге на 1500 м (упражнение на выносливость).

Сила и скорость зависят и от других параметров скелетной мускулатуры. Так, сила мышцы пропорциональна площади ее поперечного сечения. Чем она толще, чем больше в ней волокон, тем она сильнее. Скорость сокращения зависит от длины — более длинная мышца сокращается быстрее, чем короткая. Причем при быстром сокращении она развивает меньшую силу, чем при медленном, поэтому большой груз быстро поднять нельзя.

После столь долгого вступления посмотрим, как соотносятся сила и выносливость у шимпанзе и *Номо*. С 1920-х годов некоторые исследователи сообщали, что шимпанзе в 3–4 раза сильнее мужчины в пересчете на массу тела, другие считают разницу двукратной, третьи находят в этих исследованиях методические погрешности или не могут воспроизвести результаты. Несколько лет назад американские исследователи под руководством Питера Райзера (Peter Reiser), профессора Университета Огайо, измерили сократительные свойства единичного быстрого и медленного волокна, определили соотношение волокон разных типов в мышцах таза и задних конечностей шимпанзе и человека, а затем создали компьютерную модель целой мышцы.

Оказалось, что сила, которую развивает мышца, перемещая тело или груз в пространстве, у шимпанзе всего в 1,35 раз больше силы человека. Их мышцы почти на 67% состоят из быстрых волокон, а у человека быстрых волокон около трети. У других человекообразных обезьян тоже преобладают волокна быстрого типа. А еще мышечные волокна шимпанзе длиннее, что позволяет им сокращаться быстрее и, следовательно, генерировать больше силы.

Кроме разницы в составе волокон, есть различия в мышечной массе. У шимпанзе мускулатура рук вдвое массивнее человеческой, что позволяет им лихо прыгать с ветки на ветку, а у людей больше мышечная масса ног (примерно 250 г/кг массы тела у человека и 170 г/кг у шимпанзе). Тем не менее Питер Райзер и его коллеги предположили, что меньшая сила и большая выносливость свойственна человеку главным образом из-за соотношения быстрых и медленных волокон, а не длины и толщины мышц. Выбирая между силой и выносливостью, наши предки выбрали выносливость.

А Либерман считает, что у обезьян относительно больше быстропроводящих нейронов, иннервирующих быстрые волокна. Но эту гипотезу надо проверять.

Обливаясь потом

Бег — оптимальный способ передвижения по открытым пространствам, которые со временем становились все обширнее. Бегать приходилось долго, причем по жаре, и не только потому, что дело происходило в Африке, а потому что человеку безопаснее было искать пищу в разгар дня, когда не так активны крупные

хищники, спастись от которых шансов мало. Такой способ передвижения требует эффективной системы охлаждения. Для защиты от перегрева у *Homo* развились четыре приспособления: усиленная способность к потоотделению; внушительный наружный нос (так называется его видимая, торчащая на лице часть в отличие от внутренней носовой полости); повышенная способность охлаждать мозг и продолговатый, прямой корпус.

Водяное охлаждение очень древнее. Вода охлаждает тело, испаряясь с его поверхности. Большинство животных глубоко дышат через рот, иногда вывалив язык, и вода испаряется в глотке. Дыхательные пути пронизаны кровеносными сосудами, и глубокое дыхание эффективно остужает кровь, которая утекает в глубины тела и охлаждает его.

Однако этот превосходный способ имеет несколько ограничений. Площадь дыхательных путей относительно невелика даже у млекопитающих, имеющих удлинённые морды. Для эффективного охлаждения надо дышать чаще, а частое дыхание не может быть глубоким. Быстрые, поверхностные вдохи плохо вентилируют лёгкие, и там скапливается углекислый газ, что вредно для здоровья. Поверхностное дыхание надо чередовать с глубоким. Но четвероногие не могут при быстром беге глубоко дышать. Их тело при скачке качается вперед-назад, вызывая сильные колебания внутренних органов и подавляя сокращения диафрагмы между шагами. В результате большинство животных не могут долго галопировать в жару, иначе они либо задохнутся, либо перегреются.

Неудивительно, что естественный отбор благоприятствовал альтернативным способам водяного охлаждения. Некоторые млекопитающие, такие как грызуны и кенгуру, обильно смачивают тело слюной, но самая эффективная стратегия — потение. Немногие млекопитающие освоили эту технику, потому что для этого нужно потеть обильно, но не обливаясь жидкостью; обеспечить доступ воздуха к поверхности кожи и иметь много кровеносных сосудов под кожей.

Большинство млекопитающих все же потеют, выделяя жидкость через апокриновые железы. Они лежат глубоко в коже, секрет у них вязкий, с белками, липидами и стероидными соединениями, а проток выходит к волосяному фолликулу. Люди потеют через эккринные железы, которые мельче апокриновых, залегают неглубоко, не связаны с волосяными фолликулами и выделяют преимущественно воду. У большинства млекопитающих, есть железы обоих типов: апокриновые железы расположены в определенных областях кожи, покрытой волосами, а эккринные развиваются исключительно на ладонях и подошвах, чтобы увеличить сцепление.

У шимпанзе и горилл примерно две трети кожных желез эккринные. У человека почти все кожные железы эккринные, апокриновые он сохранил только в лобке и подмышками. Плотность эккринных желез в два раза

выше, чем у шимпанзе, и они выделяют больше жидкости. Шимпанзе не могут, подобно людям, терять по литру пота в час.

В 1976 году австралийский исследователь Уолтер Уитфорд (Walter Whitford) экспериментально установил, что шимпанзе потеют в основном в области подмышек и паха, но не так обильно и эффективно, как люди. Кроме того, он утверждал, что при температуре окружающей среды около 40°C они с трудом поддерживают постоянную температуру тела и могут страдать от теплового удара. Чтобы охладиться, им приходится увеличивать частоту дыхания. Люди перегрев переносят легче.

Недавно специалисты сингапурского Института оборонных, медицинских и экологических исследований наблюдали за участниками шоссейной гонки на 21 км, бегущими при температуре воздуха 26,4°C и относительной влажности 81%. В таких условиях крупные бегуны перегревались — их внутренняя температура поднялась выше 39,5°C. Внешне это никак на них не сказалось, средняя скорость бега «перегретых» спортсменов не отличалась от скорости бегунов с нормальной температурой.

Примечательно, что самый быстрый бегун на последнем километре резко увеличил скорость, при этом внутренняя температура его тела достигла 40,6°C. Сингапурские ученые пришли к выводу, что гипертермия, определяемая глубокой температурой тела выше 39,5°C, часто встречается у тренированных людей, занимающихся бегом на длинные дистанции на открытом воздухе и в жару, не вызывая утомления или теплового удара.

Шерсть, особенно плотная, мешает испарению. У всех потеющих животных шерсть короткая. Верблюд после стрижки испаряет вдвое больше воды. У шимпанзе шерсть относительно редкая, но и она мешает обезьянам эффективно охлаждаться — им приходится прятаться в тень. Если уж развивать эффективное водяное охлаждение, с волосами лучше расстаться.

Кожа у человека не голая, на поверхности тела у него от 2 до 5 миллионов волос, однако почти все они тоненькие, пушковые, не связанные с сальными железами. В жару человеческая кожа влажна, иногда мокра. На бегу ее еще ветерком обдувает. Обильный пот может заливать глаза, но в целом ни бежать, ни дышать не мешает.

Охлаждением через дыхательные пути *Homo* тоже не пренебрегают, хотя вытянутой морды у них нет, а трахея короткая. Из положения они вышли, обзаведясь приметным наружным носом, ноздри которого смотрят вниз. У большинства животных поток воздуха в ноздрях ламинарный, то есть без завихрений. Ламинарный поток создает градиент скорости, которая у стенки носа практически нулевая. В этой мертвой зоне воздух не контактирует с эпителием и не охлаждает кровь. А у людей ноздри ориентированы почти перпендикулярно дыхательным путям внутреннего



носа, а внутриносые ходы образуют еще несколько изгибов и сужений, все это увеличивает турбулентность и охлаждает кровь.

Животные ходят на четырех конечностях, подставив солнцу спину. Прямохождение частично уменьшает площадь, доступную прямому солнечному излучению, но зато солнце жарит прямо в макушку, нагревая мозг. Клетки мозга плохо переносят перегрев. Некоторые тропические копытные и хищники развили сонную сеть, в которой охлажденная венозная кровь из носовой полости через противоток обменивается теплом с кровью, омывающей мозг, но у приматов ее никогда не было.

Мозг людей примерно в пять раз больше, чем у других млекопитающих с такой же массой тела. Кроме того, люди — единственные приматы, регулярно и подолгу занимающиеся активной деятельностью в жару, так что охлаждение мозга для них — особая проблема.

Есть три гипотезы, объясняющие, как удается держать голову в холоде. Согласно одной из них, на коже головы расположено множество потовых желез, охлаждающих скальп. Охлажденная таким образом кровь течет обратно в мозг через крошечные эмиссарные вены, действуя как специализированный региональный охладитель.

Вторая гипотеза заключается в том, что у людей кавернозный синус (крупная вена в основании черепа) шире, чем у других приматов. Это расширение функционирует как противоточная обменная система, в которой охлажденная кровь из поверхностных кортикальных и глазных вен охлаждает артериальную кровь из глубины тела.

Последняя гипотеза утверждает, что утолщенная губчатая кость (diplöe) в своде черепа *Номо* служит теплоизолятором, сохраняя мозг прохладным. Все

▲ Ноздри человека ориентированы почти перпендикулярно дыхательным путям, проходя в них, воздух завихряется

эти гипотезы нуждаются в проверке. Возможно, такой большой мозг смог развиваться у человека лишь после того, как он обзавелся надлежащей системой охлаждения.

И наконец, поза и форма тела тоже помогают остудиться. Когда солнце находится в зените, двуногий человек подставляет ему только 7% своей поверхности, в три раза меньше, чем четвероногое такого же размера. В 1984 году ливерпульский исследователь Питер Уилер (Peter Wheeler) даже предположил, что вертикальная поза и прямохождение были адаптацией к уменьшению потока солнечного излучения. Уилер также утверждал, что прямохождение, приподнимая туловище, руки и голову над поверхностью земли, туда, где скорость ветра больше и температура ниже, облегчает испарение пота.

Что касается фигуры, то у высоких людей с длинными конечностями отношение площади поверхности тела к его объему больше, чем у коренастых, соответственно, больше и площадь испарения.

Перебравшись около 100 тысяч лет назад из жаркой Африки в более умеренные широты с выраженной сезонностью, охотники-собиратели должны были столкнуться с проблемами терморегуляции. Проблему решали двумя способами. Вначале пришли на помощь культурные традиции и технические достижения. Люди защищались одеждой, жилищами, в конечном счете сельскохозяйственной и промышленной революцией. Благодаря этим достижениям они смогли жить и процветать практически в любой среде обитания, включая Арктику. Увеличение численности



▲ *Левый желудочек индейцев тараумара, живущих натуральным хозяйством, больше, чем желудочек шимпанзе, и стенки у него тоньше. У людей, ведущих сидячий образ жизни, левый желудочек ближе к обезьяньему*

популяции повлекло за собой увеличение количества мутаций, на которые может действовать отбор. И он повлиял на фигуру.

У жителей Арктики конечности короче, что, как мы помним, помогает сохранить тепло. Но эта особенность не смогла бы возникнуть, если бы их одежда и гарпунная охота не позволили достаточно долго продержаться в холодном климате. Так что разнообразие современных людей есть результат взаимосвязанных культурных и физиологических адаптаций.

Расширив сердце

Человекообразные обезьяны большую часть времени проводят в относительном покое. Их всплески активности коротки, но бурны, и создают нагрузку на сердечно-сосудистую систему. Человек же, занимаясь собирательством, охотой или сельским хозяйством, нагрузку получал умеренную, но постоянную.

Охотники-собиратели в тропиках тратят в среднем 3–6 часов в день, выполняя легкие работы, такие как приготовление пищи, 2–4 часа на работы умеренной тяжести (ходьба и копание земли) и от 20 до 72 минут на энергичные нагрузки, такие как бег. У земледельцев много часов уходит на вспашку, посадку и сбор урожая. Чтобы оптимально обслуживать столь разные стили жизни, сердце у людей и человекообразных обезьян должно работать по-разному.

Кровь в аорту перекачивает левый желудочек. От того, какой объем он может вытолкнуть, зависит, сколько крови поступает к органам и тканям. При сильных нагрузках, которые порой испытывают обезьяны, скелетная мускулатура быстро и интенсивно сокращается и сжимает артерии, повышая артериальное давление. А левый желудочек должен это сопротивление преодолеть, чтобы обеспечить постоянный приток крови к мозгу и другим органам. Для этого желудочек должен быть небольшим и округлым, а стенки толстыми и прочными, чтобы с силой выталкивать кровь.

При умеренных нагрузках давление не скачет, но сердцу приходится постоянно перекачивать значительные объемы крови. Для этих целей лучше подходит вместительный, тонкостенный желудочек, который

быстро и полностью наполняется при высокой частоте сердечных сокращений.

Международная группа исследователей под руководством профессора Аарона Баггиса (Aaron Baggish), директора Кардиологического центра Массачусетской больницы при Гарвардском медицинском центре, и при участии Даниэля Либермана сравнили структуру и функцию левого желудочка у полудиких шимпанзе, гориллы и нескольких групп людей, заметно различавшихся по физической активности: малоподвижных здоровых взрослых, индейцев тараумара, ведущих натуральное хозяйство, и высококвалифицированных спортсменов — игроков в американский футбол и бегунов на длинные дистанции

Исследования показали, что левый желудочек шимпанзе действительно округлый и мускулистый, а у человека более вытянутый и тонкостенный, благодаря чему сильнее сжимается, быстрее разжимается и лучше наполняется. Таким образом, в ходе эволюции человеческое сердце увеличило сердечный выброс за счет способности справляться с нагрузками высокого давления.

Но этот фенотип пластичен. Объемный, тонкостенный желудочек сохраняется у людей, которые на протяжении почти всей жизни регулярно занимались умеренным физическим трудом. Таковы индейцы тараумара, которые живут как наши предки в доиндустриальную эпоху, и бегуны на длинные дистанции, тренирующие выносливость. У игроков в американский футбол, которые проводят интенсивные силовые тренировки, стенки желудочка стали толще, что позволяет сердцу выдерживать резкие скачки давления, неизбежные при больших нагрузках. Самое удивительное, что сходные изменения происходят в желудочках малоподвижных офисных работников.

Людям, которые на протяжении миллионов лет развивали выносливость к умеренным нагрузкам, одинаково не свойственны и тяжелая физическая работа, и физическая праздность. В этих случаях их левые желудочки возвращаются к фенотипу шимпанзе. Толстые стенки выталкивают кровь с большой силой. У шимпанзе систолическое давление (давление при выталкивании крови) выше, чем у человека. У игроков в американский футбол систолическое давление приближается к обезьяньему. Напротив, у тараумара, занимающихся натуральным хозяйством, давление сравнительно низкое и не зависит от возраста.

От своей выносливости мы получили массу преимуществ, но за нее пришлось заплатить высокую цену. Люди стали единственными приматами, почти непригодными к передвижению по деревьям. И сила у нас уже нета. А главное — от физической активности, к которой мы так долго приспосабливались, уже нельзя отказаться. Бездействие провоцирует патологическое ремоделирование сердца и артериальную гипертензию. Естественный образ жизни человека — движение. Вот и будем двигаться. Не стоит уподобляться шимпанзе.



Рекордный микроскоп

В электронном микроскопе изображение создается отраженным или прошедшим через объект пучком электронов. Этот прибор давно стал неотъемлемым инструментом научных лабораторий. По пространственному разрешению он сильно превосходит световой микроскоп и позволяет выявлять детали изучаемых объектов с атомарной точностью. Однако временное разрешение электронного микроскопа пока ограничено фемтосекундами, то есть миллионными долями миллиардной доли секунды.

Многие природные и искусственные материалы испытывают постоянные и очень быстрые структурные изменения. Зачастую они связаны с взаимодействиями между светом

и веществом. Так происходит в оптоэлектронных приборах, лазерах, светодиодах, солнечных батареях и пр. В них электроны подвергаются действию света на его частоте, а цикл светового колебания совершается на временах порядка аттосекунд. Это тысячная часть фемтосекунды.

Увидеть такие экстремально быстрые процессы до сих пор не мог никто. Недавно это удалось исследователям из Университет Констанца, под руководством профессора Петера Баума (Peter Baum). Ученые модифицировали просвечивающий электронный микроскоп так, что теперь он с аттосекундным разрешением фиксирует взаимодействие между светом и веществом в метаматериалах и материалах для нанофотоники.

Физики модулируют поток зондирующих электронов излучением непрерывного лазера и таким образом преобразуют его в последователь-

ность ультракоротких электронных импульсов. Другой лазерный импульс вызывает быстрые изменения в объекте, которые влияют на прохождение через него зондирующих электронов. В результате процесс воздействия света на вещество можно промерить с высочайшим разрешением.

Ученые продемонстрировали самые разные применения прибора. Они провели эксперименты на наностриях, диэлектрических резонаторах и наноматрицах из метаматериалов. (Так называют искусственные материалы, свойства которых, в данном случае электромагнитные, обусловлены усредненными резонансными свойствами составляющих их элементов.) К примеру, немецким физикам удалось наблюдать возникновение электромагнитных поверхностных волн или определить характерные времена задержки между различными видами излучений наноматрицы.

А об электромагнитных процессах в волноводных материалах исследователи сняли целый фильм. Приложения нового микроскопа далеко не ограничены фундаментальными исследованиями. Результаты работы удостоились публикации в журнале *Nature*.

Черная дыра и физика рентгена

Астрофизики знают, что некоторые черные дыры выбрасывают в окружающее пространство джеты. Это релятивистские струи плазмы, которые дают сильное радиоизлучение. Рентгеновская обсерватория Чандра, которая была запущена в 1999 году, обнаружила, что внегалактические джеты в сотни световых лет длиной также эмитируют сильное рентгеновское излучение. Уже более двух десятилетий его происхождение вызывает споры среди ученых, однако оно по-прежнему остается загадкой.

Астрофизики Университета Мэриленд в Балтиморе, во главе с профессором Эйлин Мейер (Eileen Meyer), детально проанализировали архивные данные космической обсерватории Чандра и собрали статистику всех джетов, которые обсерватория наблюдала по нескольку раз. Всего исследователи нашли данные 155 разных областей 53 уникальных джетов.

Обработка данных однозначно показала, что рентгеновское излучение от 30 до 100% джетов переменное. Величина эмиссии изменяется с характерными временами от месяцев до нескольких лет. Статистические исследования потребовались потому, что вариации обычно составляют не более 10% величины сигнала, который и сам часто очень слаб. Исследование также выявило неоднородность эмиссии вдоль всей длины джета. Это говорит о том, что ускорение его частиц происходит даже на огромных расстояниях от материнской черной дыры.

Существуют две главные и принципиально разные модели явления. Одна предполагает, что в нем уча-

ствуют электроны с очень низкой энергией, вторая — с очень высокой. Астрофизики до сих пор были уверены в первом варианте, то есть в том, что рентгеновское излучение возникает в результате комптоновского рассеяния реликтового излучения на электронах джета, имеющих низкую энергию. Однако эта теория не допускает, что интенсивность рентгеновского излучения может меняться. Она должна оставаться стабильной миллионы лет. Альтернативная теория утверждает, что частицы джета должны быть сильно ускорены, как это происходит в современных ускорителях.

Существуют и менее известные теории, но Эйлин Мейер говорит, что ей так и не удалось выбрать подходящую. Поэтому она склоняется ко второму механизму. Она уверена, что открытие ее группы должно заставить астрофизиков отказаться от первой теории эмиссии рентгена джетом и даже переосмыслить способы возбуждения рентгеновского излучения на земных и космических масштабах. Статья, посвященная исследованию, появилась в журнале *Nature Astronomy*.

Энергия из воздуха

Поисками источников даровой энергии занимались лучшие умы человечества. Однако оно, как обычно, не готово к принятию открытий, способных кардинально изменить его жизнь. Отчасти из-за того, что научное сообщество не принимает их и относит к разряду лженауки.

Недавно команда инженеров из Массачусетского университета в Амхерсте, под руководством профессора Яо Юна (Jun Yao) представила новую конструкцию генератора чистой энергии. По словам разработчиков, он работает на очевидных физических принципах и способен непрерывно вырабатывать электроэнергию из воздуха.

Идея в том, говорит профессор, что влажный воздух содержит громадное количество энергии. Так, облако, которое представляет собой мелкие заряженные капли воды, при определенных условиях может породить

мощный грозовой разряд, который пока нельзя использовать. Свой генератор Яо Юн называет миниатюрным облаком, которое непрерывно и предсказуемо выдает энергию.

Исследователи показали, что почти любой материал, неорганический, органический, биологический, можно превратить в прибор, который извлекает энергию из влажного воздуха. Для этого материал нужно насытить нанопорами диаметром менее 100 нм. Эта величина равна длине свободного пробега молекулы воды в воздухе. Тонкая, в десятки микрон, пленка пористого материала позволит молекулам воды и их кластерам без соударения и обмена зарядом друг с другом проходить ее насквозь. Однако они будут часто сталкиваться со стенками поры и в результате динамического процесса абсорбции-десорбции отдавать им свой заряд, заряжая всю пленку.

Открытую верхнюю часть пленки на подложке будут бомбардировать больше заряженных молекул, чем нижнюю закрытую часть. Так между поверхностями пленки будет создаваться градиент заряда, а значит — разность потенциалов, подобно тому как в облаке верхняя часть имеет повышенный заряд относительно нижней. Такая батарейка будет работать, пока воздух остается влажным.

Работа базируется на эффекте, открытом в 2020 году Яо Юном вместе с профессором микробиологии Дерек Лавли (Derek Lovley). Тогда для извлечения электричества ученые применяли специальный материал из белковых нанопроволок, выращенных из протеобактерий *Geobacter sulfurreducens*.

Эксперименты с генератором показали, что физику процессов в нем описывает модель конденсатора с утечкой тока. Эта теория позволяет подбирать для экспериментов пары пленка-подложка из различных материалов, так как для влажных и сухих регионов планеты нужны разные материалы. Стопки пар пленок позволят многократно увеличить мощность генератора. Такую конструкцию легко масштабировать.

Идея ученых открывает широкий простор исследованиям. Влага есть в воздухе всегда, независимо от време-

ни суток и погоды. Профессор Яо Юн уверен, что сможет создать генераторы киловаттной мощности, достаточной для большинства бытовых целей. И как многие его предшественники, надеется на светлое энергетическое будущее. Исследование появилось в журнале *Advanced Materials*.

Поглощение изгибом

Во что лучше врезаться? В кирпичную стену или соломенный мат? Ответ очевиден. Первая жесткая и не поглощает удар и вибрации, вторая мягкая и хорошо гасит колебания. Обычно эти два свойства исключают друг друга, но зачастую для решения задачи нужен их компромисс. Плюс вся конструкция поглотителя должна быть достаточно жесткой, чтобы не разрушиться под собственным весом.

Сегодня для поглощения энергии используют мягкие материалы, а также сложные механические или электрические системы. Однако команда исследователей из института физики Амстердамского университета во главе с профессором Дэвидом Дикстра (David Dykstra) нашла способ создать класс легких ячеистых метаматериалов, состоящих из большого числа одинаковых элементов, которые хорошо поглощают механическую энергию. Новые метаматериалы демпфируют ее благодаря изгибам этих ячеистых элементов.

Физики проверили на численных математических моделях свойства ячеистых поглотителей, сделанных из резины или металлов. У последних элементарные ячейки образуют изогнутые металлические листы размером с ладонь, которые скреплены друг с другом заклепками. Если правильно выбрать их форму, материал будет отлично поглощать вибрации, но в то же время сохранит существенную часть жесткости металла. Резиновые конструкции также эффективно поглощают вибрации.

Ячеистые металлические структуры с нелинейным изгибом позволяют достичь коэффициента демпфирования, который на порядки превосходит таковой для традиционных легких

поглотителей, например пористых полимеров. Более того, листы ячеек не будут очень толстыми, то есть объемная плотность всей конструкции будет гораздо меньше плотности металла при дециметровых толщинах самого поглотителя.

Жесткий и хорошо поглощающий вибрации материал нужен везде. Применения новых поглощающих конструкций простираются от метровых размеров в промышленности и быту до микроразмеров, характерных для микроскопии и приборов микроэлектроники. «Человечество обычно предпочитает легкие и прочные конструкции, независимо от их размера», — говорит профессор Дикстра. Он уверен, что его метаматериалы помогут улучшить уже работающие устройства и создать новые. Статья об исследовании вышла в журнале *Advanced Materials*.

Ионизация гасит звук

Большинство современных излучателей звука оборудовано колеблющимися мембранами. Если мембранами активно управлять, то они смогут не только излучать, но и поглощать звук. Проблема в том, что упругие и инертные свойства мембраны, которая тяжелее воздуха, сильно ограничивают диапазон частот ее применения, особенно высоких.

Лучший способ снизить влияние характеристик мембраны на возбуждаемый в воздухе звук — это сделать ее из воздуха. Поэтому другой, давно известный способ генерировать звук заключается в ионизации воздуха. С помощью параллельных проводников с током можно создавать переменное электрическое поле, которое будет частично ионизировать воздух. Его ионы будут двигаться вдоль магнитных силовых линий и своим давлением на нейтральные молекулы вызывать звуковые колебания в окружающем пространстве. Такой ионный динамик, как и любой другой, может не только генерировать звук, но и поглощать его. Для этого надо управлять им так, чтобы преобразовать энергию звуковых колебаний его плазмы в электромагнитную.

Недавно ученые под руководством Станислава Сергеева (Stanislav Sergeev), постдока акустической лаборатории Федерального технологического института в Лозанне, экспериментально показали, как тонкий слой плазмы ионизированного воздуха может эффективно абсорбировать звук. Физики построили плазменный передатчик-поглотитель. Сначала они ионизируют тонкий слой воздуха между электродами и создают слой плазмы, параметры которого легко менять с помощью электрических полей. Как и ожидалось, скорость управления ими, а значит, и звуковыми полями, значительно выше, чем скорость управления механической мембраной.

Эксперимент показал, что такое устройство может работать отличным поглотителем звука с практически нулевым отражением. Уже слой прозрачной плазмы в 1,7 см способен поглотить весь внешний шум, в то время как толщина звукопоглощающей стены в таком случае должна быть не менее 4 м. В опытах удалось достичь и перестраиваемого отражения звука на частотах от нескольких Гц до кГц. Плазменный поглотитель компактен, его толщина в тысячи раз меньше длины звуковой волны. Известно, что пористые материалы и резонансные структуры неэффективны на частотах ниже килогерца, когда длины волн становятся сравнимы с их размерами. Плазму же можно гибко перенастраивать для работы и на этих частотах. Более того, в отличие от пассивных подавителей с ограниченными частотами поглощения, она может устранять широкополосный шум.

Сейчас лаборатория сотрудничает с компанией Sonexos SA, которая производит оборудование широкого применения для шумоподавления. Большой частотный диапазон и компактность пригодятся для самых различных целей. К примеру, представьте себе зал с множеством людей, разделенный прозрачными перегородками, в котором человек не услышит никого, кроме соседей. Результаты исследования опубликованы в журнале *Nature Communications*.

Выпуск подготовил
И. Иванов



Панацейка

Чистотел, просто чистотел

Некотрые лекарственные травы очень редки. Их приходится отыскивать в далеких нагорьях или укромных лощинах, а собирать в новолуние, когда трижды хлопнет крыльями ночная бабочка. Чистотел не таков, растет повсюду: в палисадниках, на обочинах, даже на свалках. Несмотря всю свою несомненную полезность, это – сорная трава.

Яркие, желтые цветки чистотела и его светло-зеленые листья характерной формы хорошо заметны. Если сорвать лист, выступит густой желто-оранжевый сок — латекс, оставляющий пятна на коже и одежде. Такое растение легко найти и легко запомнить, оно обращает на себя внимание. Вот его и заметили, и оценили. С античных времен чистотел использовали как лекарственное растение. В первом веке нашей эры о нем писали Диокорид в *De Materia Medica* и Плиний старший в «Естественной истории». Но скорее всего им лечились и раньше.

Латинское название чистотела *Chelidonium majus* происходит от греческого «хелидон» (ласточка), потому что растение обычно зацветает с прилетом этой птицы. *Majus* означает «большой», что подразумевает наличие малого. Однако малого не было. *C. majus* долго оставался единственным представителем рода, пока в 1982 году чешский ботаник Анна Крахулкова (А. Krahulcova) не выделила второй вид, чистотел азиатский *C. asiaticum*, который считали раньше подвидом чистотела большого. Азиатский чистотел отличается ареалом (он встречается преимущественно в Восточной Азии), опушенностью, формой листьев, а главное — числом хромосом. У чистотела большого их двенадцать, у азиатского — десять.

Если верить античным и средневековым писаниям, чистотелом примерно до XVI века врачевали преимущественно глазные и кожные заболевания. При зубной боли жевали корень, что требовало изрядного стоицизма — чистотел очень горький. В отличие от многих лекарственных трав, это категорически не пищевое растение. Его считали сильным афродизиаком, которое, увы, вызывает бесплодие у женщин. Аромат чистотела якобы предотвращал супружеские ссоры.

Парацельс (1493 – 1541) активно развивал старинное учение о сигнатурах, согласно которому характерные черты растения (сигнатуры) позволяют определить орган, которому это растение может помочь. Черты могут быть любыми: цвет растения, его форма или время цветения. Тогда чистотел с его желтым соком и желтыми цветками стали активнее принимать внутрь для лечения желтухи и заболеваний печени. А поскольку растение горькое (животные об этом прекрасно знают и чистотел не едят), больным прописывали отвар корня в белом вине.

Родина чистотела большого — Европа, Западная и Центральная Азия и Северная Африка. Это потом колонисты завезли его в Америку, чтобы бородавки лечить. И во всех странах на исконной территории произрастания чистотела он стал одним из самых популярных растений народной медицины и использовали его одинаково.

Свежий или переработанный сок, отвар или измельченный корень применяли наружно, в том числе для лечения стригущего лишая и экземы, выводили мозоли, бородавки и папилломы, отсюда и русское название растения — чистотел; отварами лечили болезни печени и желчного пузыря. Были, конечно, и оригинальные рецепты. В некоторых странах чистотел используют как мочегонное при отеках, лекарство от подагры и геморроя, стимулятор сердечной деятельности и средство для повышения давления. Отваром чистотела изгоняют из кишечника круглых червей, по-польски растение так и называется — глистник. В Румынии *C. majus* считали противоядием при змеиных укусах.

В Бещадах (это горы на территории Польши, Словакии и Украины) чистотел служил талисманом для защиты от демонов, сушеную траву использовали как благовоние, отпугивающее мух и комаров, а также как профилактическое средство во время эпидемий чумы



▲ Чистотел большой — многолетнее травянистое растение семейства маковых

▼ Плод чистотела — многосемянная стручковидная коробочка



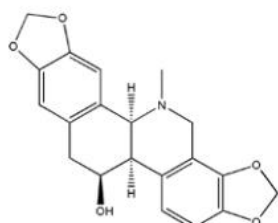
и других свирепых болезней. Дымом сухой травы окуливали людей, страдающих зубной болью.

Многие лекарственные растения, которые используют веками и даже тысячелетиями, все еще плохо изучены, и чистотел не исключение, хотя исследуют его давно и узнали много. Выяснили, например, что целебная сила чистотела заключается в его латексе. Он образуется и хранится в специальных секреторных клетках, называемых млечниками, которые есть во всех частях растения, кроме цветков. Латекс, по-видимому, защищает растения от травоядных и патогенов. Состав у него сложный, туда входят белки, в том числе ферменты, расщепляющие пептиды, органические кислоты, флавоноиды, растительные стеролы, дубильные вещества, слизь и изохинолиновые алкалоиды.

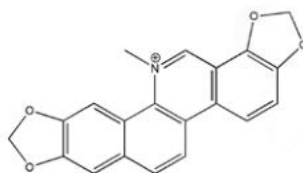
Именно изохинолиновым алкалоидам, которых сейчас насчитывают более тридцати, приписывают основную биологическую активность чистотела. Наиболее известны сангвинарин и хелеритрин, получаемые из корней, и коптизин, хелидонин и берберин, которых больше в надземных частях. Алкалоиды сражаются с бактериями и подавляют воспаление.



▲ Сок чистотела желто-оранжевый из-за присутствия алкалоидов бензофенантридина и протоберберина



Хелидонин



Сангвинарин

Сангвинарин, например, добавляют в зубные пасты и ополаскиватели для профилактики и лечения гингивита и других воспалений полости рта. Им же выводят бородавки и кондиломы, которые вызывает вирус папилломы человека. Сангвинарин убивает и некоторых простейших: трихомонаду и амёбу *Entamoeba histolytica*, вызывающую абсцессы в печени. Берберин замедляет размножение вируса простого герпеса и вируса гриппа А.

Как бы ни были эффективны отдельные алкалоиды, лучше всего они действуют все вместе, в сочетании с другими компонентами латекса, например эфиром кофейной кислоты, флавоноидами и белками. Один из латексных белков, хелидоцистатин, относится к классу цистатинов, представители которого обладают антимикробной и противовирусной активностью. Он также уничтожает грибки и, возможно, вирус папилломы человека.

Некоторые свойства чистотела проверены *in vitro* и *in vivo*. Экстракты растения лечат отеки и воспаления у крыс, а у мышей — атопический дерматит (аллергическое заболевание). На животных подтвердили желчегонное действие чистотела.

Почему же мы говорим, что чистотел изучен недостаточно? А потому, что его клинических испытаний

почти нет. В основном они касаются запатентованных препаратов, содержащих, помимо чистотела, другие компоненты. В одном двойном слепом плацебо-контролируемом исследовании 60 пациентов со спазматическими болями в желчных путях и желудочно-кишечном тракте принимали таблетки с экстрактом *C. majus*. Спустя шесть недель они чувствовали себя лучше, чем группа плацебо. Но такие малочисленные и краткосрочные исследования неубедительны.

Вторая проблема, с которой сталкиваются медики и потребители чистотела, — его возможная токсичность для печени. Люди жалуются на тошноту и другие неприятные симптомы в желудке и кишечнике, иногда дело доходит до воспаления печени и нарушения оттока желчи. Обычно эти симптомы проходят после прекращения терапии. За последние три десятилетия в Европе зафиксировано более 50 подобных случаев. Однако токсичных компонентов в траве не нашли. Им мог бы быть алкалоид сангвинарин, который часто встречается в ядовитых растениях, но крысы, получая его в больших дозах, своей печени не повредили.

Некоторые исследователи предполагают, что виной осложнений не токсичность растения, а его взаимодействие с другими лекарствами, индивидуальная непереносимость или нарушения оттока желчи. Если желчи образуется много, а в кишечник она выделяется плохо, воспаление неизбежно. Вопрос о безопасности препаратов требует тщательного изучения, а пока медицинские контролирующие органы рекомендуют принимать чистотел под контролем врача и не превышать рекомендуемых доз.

Сейчас препараты, содержащие чистотел, продают через Интернет и в розничных магазинах. Можно купить корни и траву, кремы и даже ферментированный сок. Эта чистотельная бражка хранится до трех лет, ее пьют по чайной ложечке, разводя водой. А летом каждый может воспользоваться свежим соком.

Европейское медицинское агентство определяет чистотел как традиционное растительное лекарственное средство для симптоматического облегчения расстройств пищеварения, таких как диспепсия и метеоризм (прием внутрь), и для лечения мозолей и бородавок (накожное применение).

Российская государственная фармакопея признает траву чистотела как наружное противовоспалительное средство безрецептурного отпуска. В аптеках продают траву и некоторые гомеопатические препараты. Продавцы, действующие в Интернете, уверяют, что чистотел помогает практически от всего.

Чистотел не панацея, конечно. Тем не менее потенциал у этого сорняка огромный. Будем надеяться, что растение, которым полмира лечится не одну тысячу лет, наконец исследуют должным образом, проведут клинические исследования, разберутся с токсичностью и мы получим много эффективных и, что немаловажно, официально признанных лекарств.

Н. Ручкина

**МАРИЯ
КАРДАКОВА
И АНЧА
БАРАНОВА**

**Что мы знаем
(и не знаем) о еде
Научные факты,
которые перевернут
ваши представления
о питании**

М.: МИФ, 2023

Генетик Анча Баранова и нутрициолог Мария Кардакова написали книгу, которая помогает посмотреть на здоровое питание под новым углом. Книга разрушает множество стереотипов о вреде и пользе разнообразных продуктов, показывает риски самых распространенных диет. Популярные рекомендации по питанию постоянно меняются. Только вчера нельзя было есть после шести, а сегодня — можно. Кто-то кричит о вреде жирной пищи, а кто-то не видит в ней опасности. Пожалуй, сегодня мы точно знаем только одно: ваше питание должно учитывать ваши особенности — гены, возраст, проживание в определенной местности, характер труда, имеющиеся заболевания, доступность продуктов, их взаимозаменяемость и совместимость. В книге нет конкретных рецептов, но выделены общие принципы нутрициологии. А кроме того, это просто захватывающее чтение о нашем удивительном организме.



**ДЖУЛИЯ
ГАЛЕФ**

**Мышление
без слепых зон.
8 навыков для принятия
правильных решений**

Перевод с английского:
Татьяна Самсонова

М.: МИФ, 2023

Джулия Галеф, признанный специалист по рациональному принятию решений, рассказывает, как справиться с предвзятостью мышления и предубеждениями. Вам приходилось ловить себя на том, что вы выдаёте желаемое за действительное? Без раздумий верите в одни идеи и не принимаете другие, несмотря на аргументы? Принимаете решения, о которых потом жалеете? Если это так, то вы стали заложником определенного типа мышления, который мешает рассуждать объективно. Джулия Галеф демонстрирует, как мозг нас обманывает в стремлении упростить жизнь, и приводит потрясающе интересные примеры — от выживания на плоту посреди океана до современной узкопартийной политики. Эта книга призвана научить вас мыслить иначе — видеть вещи такими, какие они есть, и сознательно принимать верные решения.



издательство
МАНН, ИВАНОВ И ФЕРБЕР

Книги

**РЕНАТ
ШАГАБУТДИНОВ**

**Магия таблиц.
100+ приемов ускорения
работы в Excel (и немного
в Google Таблицах)**

М.: МИФ, 2023

Подробное руководство с новейшими инструментами, которые помогут разобраться во всех возможностях Excel и Google Таблиц. Вас ждут более 100 функций, инструментов, нюансов и горячих клавиш, примеры из настоящей рабочей практики с нескудным сюжетом. В книге также есть ссылка на файлы примеров — рабочие книги Excel, где можно практиковаться самостоятельно и работать с формулами и таблицами из книги. Это руководство подойдет и тем, кто работает в англоязычном интерфейсе.

Ренат Шагабутдинов — эксперт по Excel и Google Таблицам, обладатель сертификата MOS Excel Expert. Автор курсов и учебных программ, проводит тренинги и мастер-классы. Автор телеграм-канала «Магия Excel», сооснователь телеграм-канала «Google Таблицы» (40 тыс. подписчиков).



**КЭТРИН
ХАРМОН КАРИДЖ**

**Еда и микробиом.
Традиционные продукты
питания разных культур
для здоровья и благополучия**

Перевод с английского:
Анна Васильева

М.: МИФ, 2022

Научный журналист Кэтрин Хармон Каридж с юмором рассказывает о новейших научных открытиях в области кишечного микробиома, чередуя их с интервью, которые она брала, путешествуя по миру и питаясь традиционными продуктами. Сегодня кефир, йогурт с пробиотиками, комбучу, цельные злаки, фермерские сыры, квашеную капусту и другие продукты с надписью «полезно для вашего кишечника» можно найти в любом магазине. И мы, конечно, покупаем их, ведь каждому хочется быть здоровым и жить долго. А что на самом деле нужно нашей микробиоте? Чем ее кормить, чтобы чувствовать себя лучше? Рецепты, которыми делится автор, незамысловаты и просты. И наверняка вам захочется попробовать приготовить эти блюда у себя на кухне — порадовать себя новыми вкусами и накормить полезными веществами свой микробиом.



Подробности на сайте: <https://www.mann-ivanov-ferber.ru/>



История современности

Кандидат химических наук

О.Р. Бурнашев

Две научно-технические истории

Мороз и научная этика

Отслужив в армии командиром взвода управления радиолокационной роты, в 1972 году, я озабочился поиском работы. На прежнюю работу в Институте сейсмологии и сейсмостойкого строительства АН Таджикской ССР возвращаться не хотелось. Направление и методы исследования в этом институте слабо коррелировали с моим образованием.

Я решил обратиться за советом к руководителю дипломной работы — Льву Исаковичу Альперовичу, который порекомендовал мне сходить в Институт химии АН Таджикской ССР к Абдусалюмовой Махсуде Негматуллаевне. Она не так давно организовала новую лабораторию и активно ищет «головастых-рукастых» химиков и физиков. Больше физиков.

Благое дело, в те времена практика заранее обговаривать встречу еще не привилась, поэтому

на следующий день я пришел в Институт химии. М.Н. Абдусаламова вызвала симпатию и была проста в общении. После недолгой беседы она предложила мне на выбор должности инженера или младшего научного сотрудника. Я выбрал последнее и стал младшим научным сотрудником Лаборатории тугоплавких соединений Института химии АН Таджикской ССР.

Первым моим заданием (и проверкой, чего стою) было — распаковать и собрать муфельную печь с силитовыми, или карборундовыми (карбид кремния), нагревателями. Естественно, никакой инструкции по сборке не было. Возникал вопрос: как соединять нагревательные стержни — последовательно или параллельно. На корпусе имелся шильдик с указанием интервала напряжений и максимальной мощности. Проинтегрировав дифференциальный закона Ома (это шутка) и измерив сопротивление одного стержня, я понял, что соединять нужно параллельно.

Монтажные металлические полоски для параллельного соединения стержней имелись, поэтому работа продвигалась. Отверстия в стенках муфеля были немного больше, чем требовалось, пришлось законопатить неплотности асбестовым шнуром. Оставалось подключиться к мощному регулируемому трансформатору. Когда обязательный при пробном включении дым рассеялся, позвали начальство. Головастость и рукастость были сочтены достаточными для должности, и меня приняли в стаю.

В том же году был запущен ВДТА — высокотемпературный дифференциальный термоанализатор. Поскольку ВДТА отличается от муфельной печи как гоночный велосипед от детского трехколесного, приехали двое наладчиков из мощного киевского Института проблем материаловедения АН Украинской ССР. Один из них, Владимир Евпрев, был больше теоретиком. Он знал, как работают компоненты прибора и как они взаимодействуют. А Владимир Иванов умел подсоединять дифференциальные термопары, устанавливать вольфрамовый нагреватель и правильно подсоединить все провода.

До температуры 1500°C ВДТА мог работать месяцами без замены компонентов. Но если раз пять сделать анализ, поднимая температуру до 2300°C, то приходилось менять нагреватель, термопары, а то и всю дифференциальную сборку. Сборка представляет собой вольфрамовый цилиндр диаметром и высотой 3 см с тремя углублениями для тиглей и регулирующей термопары. Цилиндр стоит на вольфрамовом стержне длиной 10 см. В углублениях имеются отверстия, сквозь которые подведены подпружиненные W-Re термопары. Конструкция сложная, значит, нужен оператор, который будет поддерживать аппарат в рабочем состоянии. Выбор пал на меня. За несколько дней меня обучили премудростям замены нагревателя и изготовления сборки. Дифференциальный термоанализ — единственный метод, позволяющий в одном опыте

обнаружить фазовые превращения при нагревании как в твердом состоянии, так и при переходах в жидкое и газообразное состояния. Этим преимуществом мы стали пользоваться в полной мере.

Работы было много и часто удавалось узнать что-то новое. Но по мере накопления данных возникало чувство, что мы не продвигаемся к цели, да и сама цель не была ясна, хотя начальство так не считало. Вскоре произошло событие, которое серьезно повлияло на мою работу. По пути из какой-то заграницы нашу лабораторию посетил Константин Евгеньевич Миронов, заведующий Лабораторией синтеза и роста монокристаллов соединений РЗМ Института неорганической химии СО АН СССР. Он посмотрел, что и как мы делаем, побеседовал с сотрудниками и в конце визита провел семинар. В ходе семинара я осмелился спросить К.Е. Миронова — есть ли у него пожелания как-то улучшить, изменить тактику нашей работы. Он ответил, что наше направление, несомненно, полезно для изучения свойств РЗМ, но у нас есть все необходимое, чтобы подняться на ступеньку и начать построение фазовых диаграмм РЗМ, скажем, с сурьмой и висмутом. В конечном итоге это облегчит нам продвижение и обеспечит приоритет.

На следующий день меня вызвали к заведующей, там присутствовал и Константин Евгеньевич. Мне предложили заняться изучением фазовых диаграмм состояния сплавов тяжелых РЗМ с сурьмой. Я согласился, и Миронов предложил быть моим научным руководителем. Мы написали предварительный план работ, и мой научный руководитель отбыл в Новосибирск. Работы прибавилось. Решили изучать сплавы с шагом по концентрации 5%. По этому поводу сотрудник киевского Института проблем материаловедения Ю.А. Кочержинский, автор системы Nd-Sb, позже сказал мне, что 5% — какая-то странная цифра. Если диаграммой интересуются военные, то заставят мерить через 1%, а так и через 10% достаточно.

Хорошо или плохо, но военные нашей работой не заинтересовались. Тем не менее расслабляться не приходилось. Научный метод требует воспроизводимости и подтверждения результатов независимыми методами. Пришлось осваивать рентгенофазовый структурный анализ, микроструктурный, рентгеновский флюоресцентный и магнитометрический анализы. По ходу работы мы построили фазовые диаграммы систем Gd-Sb, Tb-Sb, Dy-Sb и Ho-Sb, получили несколько авторских свидетельств, опубликовали несколько статей в журналах — в одном иностранном и в «Известиях АН СССР». Поездки в Академгородок были полезными и интересными. Поддержку оказывал не только Константин Евгеньевич, но и сотрудники одного из секторов его лаборатории — давали дельные советы, делились со мной расходными материалами.

По настоянию научного руководителя, почти окончательный вариант диссертации нужно было доложить на беспощадном собрании его лаборатории. Время

поджимало, поэтому в Академгородок пришлось ехать зимой 1978 года. Поездка не заладилась с самого начала. Автобус в аэропорт в Душанбе долго не приходил, и на регистрацию я опоздал. Мне сказали бежать вон туда — может быть, пропустят. Пропустили.

Усевшись на свободное место, я успокоился. А зря! В динамиках раздалось: «Наш самолет Ту-134 совершает рейс такой-то Душанбе — Ереван». Я был молодой, несдержанный, посему закричал на весь самолет: «Какой Ереван, я лечу в Новосибирск!» Ко мне подошла стюардесса, взяла мой билет и удалилась к экипажу. Совещались они недолго. Мне сказали, что мой самолет еще не улетел и есть шанс попасть на него. Открыли дверь, сбросили лестницу, и я начал карабкаться с рюкзаком вниз. Сбросить рюкзак было нельзя — в нем лежала двухлитровая банка вишневого варенья, обещанного к чаю.

Спустившись на землю, я увидел женщину в спецодежде и с какими-то палочками в руках. Я подбежал к ней и объяснил ситуацию. Женщина оказалась решительной: вон твой самолет, побежали! Когда приблизились к самолету, он начинал двигаться. Моя спасительница чем-то помахала, что-то сказала в черную коробочку, и случилось невероятное. В это трудно поверить, но самолет остановился, дверь открылась и появилась лестница. Новосибирск встретил неласково — мороз за 30 с ветром, но я знал, как быстро добраться до аспирантской общаги.

Оставалась одна незавершенная опция — не найденные первоисточники. Я осторожно спросил у К.Е.: «А может быть...» — «Нет, не может. Научная этика не позволяет ссылаться на работы, которые не читал. Подождем, когда спадет мороз и съездим в ГПНТБ». А мороз все крепчал. Когда откладывать стало некуда, мы поехали автобусом в Новосибирск в ГПНТБ, Государственную публичную научно-техническую библиотеку. На улице было минус 43. От ближайшей остановки до библиотеки нужно было пройти два или три квартала. Тактика была отработана: заходили, скажем, в булочную, грелись и шли до аптеки, потом до кафе и т. д.

Методика поиска в библиотеке была стандартной для того времени — длинные ящички, карточки в алфавитном порядке. Нужно было заполнить требование в двух экземплярах. Почерк К.Е. разбирала только его секретарь, поэтому все требования заполнял я. Когда получили стопку журналов, К.Е. предложил начать с немецкого журнала за 1939 год. Я не владел немецким, К.Е. перевел мне содержание, я записал главное. Потом, убедившись, что я понимаю статьи на английском, К.Е. убыл по своим завлабским делам, подробно проинструктировав меня — как добираться в Академгородок.

К вечеру температура упала до минус 45. Мелкими перебежками я двинулся к автобусной остановке. По инструкции на остановку надо прибыть, чтобы долго не ждать, не раньше, чем за пять минут до приезда

автобуса, согласно расписанию. На остановке были четверо ожидающих. Двое закрылись в телефонной будке, другие пытались спрятаться от ветра за небольшой стенкой остановки. При разнице температур между телом и окружающей средой в 80 градусов, градиент получается значительный. Поэтому тепло покидает организм стремительным домкратом. Я ходил, прыгал, приседал — в общем, выживал, как мог. Автобус, опоздав на 15 минут, подарил мне незабываемые впечатления, о которых я позже любил рассказывать.

На моей предзащите в лаборатории К.Е. Миронова от меня летели пух и перья, но всё было дружески. Защита диссертации на ученом совете Института химии АН Таджикской ССР проходила спокойно. Помогла трепка, устроенная на предзащите в Академгородке. Вопросы задавали ожидаемые, и мои ответы оппонентов, похоже, устраивали.

Но один член совета все же приберег некую каверзу. Он сказал: «В литературном обзоре вы ссылаетесь на работу, опубликованную в немецком журнале за 1939 год. Но этого журнала нет в научно-технической библиотеке нашей Академии наук. Это значит, что, вопреки научной этике, вы ссылаетесь на непрочитанную работу». В зале оживление. Я выдержал паузу, дав оппоненту насладиться произведенным эффектом, и ответил: «Уважаемый имярек, спасибо, что так внимательно ознакомились с моей диссертацией. В нашей библиотеке, действительно, нет упомянутого вами журнала, но во время командировки в Новосибирск мы с моим научным руководителем посетили ГПНТБ. Там оказался в наличии этот журнал и другие недостающие первоисточники».

Оппонент не сдавался: «А вы владеете немецким?» Я ответил: «Нет, не владею, но, как я упомянул, в библиотеке мы были с моим научным руководителем Константином Евгеньевичем Мироновым. Он владеет немецким и перевел статью, а я сделал необходимые выписки». Больше вопросов не последовало. Голосование прошло почти идеально — при одном против.

Течь и платиновая печь

На дворе были 60—70-е годы прошлого века, а у химиков, физиков и материаловедов случился взлет интереса к редкоземельным металлам (РЗМ). Они активно изучали и сами металлы, и их соединения, надеялись найти новые материалы, иногда с какими-то определенными, иногда просто с интересными свойствами, для применения в электронике и других областях (мир РЗМ-ов тесен — один из редакторов «Химии и жизни» примерно тогда же занимался системами Ir-La и Ir-Ce. — *Прим. ред.*).

Молодая и энергичная кандидат химических наук Махсуда Негматуллаевна Абдусаламова темой научного поиска избрала пниктиды РЗМ. Это соединения РЗМ с элементами 15 группы (ранее 5А подгруппы) — от азота до висмута. Она организовала Лаборато-

рию тугоплавких соединений в Институте химии АН Таджикской ССР. Сотрудниками стали выпускники физического и химического факультетов Таджикского государственного университета имени В.И. Ленина (Душанбе). В лабораторию попали и автор этой статьи. Коллектив получился молодой, дружный и с хорошим научным потенциалом.

Задачей лаборатории были синтез и исследование свойств пниктидов РЗМ. Аппаратурное оснащение лаборатории хоть и не могло похвастаться импортными новинками, но в основном обеспечивало необходимые исследования. Долго не удавалось приобрести хорошую установку для измерения теплопроводности. Наконец, будучи в ленинградском Физтехе, М.Н. Абдулямова договорилась, что нам ее поставят.

Вскоре мы получили все компоненты установки, и для сборки и наладки прибора зимой 1975 года к нам прибыл сотрудник Физтеха. Звали его Владилен. Сборка много времени не заняла, и надо было проверить установку контрольными измерениями. В камеру поместили эталонный образец и включили вакуумные насосы. Подозрения возникли уже на стадии форвакуумной откачки, а когда и после включения диффузионного насоса стрелка вакуумметра застыла на 10^{-3} мм рт. ст., стало ясно — течь.

Настроение у Владилена испортилось. Дело происходило в третьей декаде декабря, он рассчитывал быстро запустить установку, подписать документы и отбыть в северную столицу, чтобы с семьей встретить Новый год. Мы стали его успокаивать — сейчас найдем течь, законопатим и все будет хорошо. Но он был полон скепсиса, говорил, что у них, в Физтехе, даже с участием профессиональных вакуумщиков эта процедура может занять не один день. В общем, Владилен понурился и пошел звонить своему начальству.

Для поиска течи мы использовали самодельный (где же взять заводской?) гелиевый течеискатель. Состоял он из воздушного шарика, наполненного гелием и соединенного с иглой от шприца. При попадании гелия в зону течи, стрелка вакуумметра заметно отклоняется, поскольку из-за малой атомной массы гелия поток через течь оказывается больше.

Течь нашлась там, где ей и следовало быть, — в месте сварного соединения деталей. Но Владилен по-прежнему страдал, потому что теперь установку нужно разбирать и дефектную часть заваривать в заводских условиях. Поскольку синтез пниктидов мы проводили методом порошковой металлургии в кварцевых ампулах, в нашем арсенале, конечно, имелась кислородная горелка. Дальше — бура, серебряный припой, необходимый прогрев, и к вечеру течь была ликвидирована. Когда утром пришел грустный Владилен, вакуумметр показывал 10^{-5} мм рт. ст., его грусть быстро трансформировалась в восхищение.

Приступили к измерениям, но опять что-то пошло не так — не было нагрева. Подумали, что где-то во время ремонта отошел контакт, и вскрыли камеру. Нас

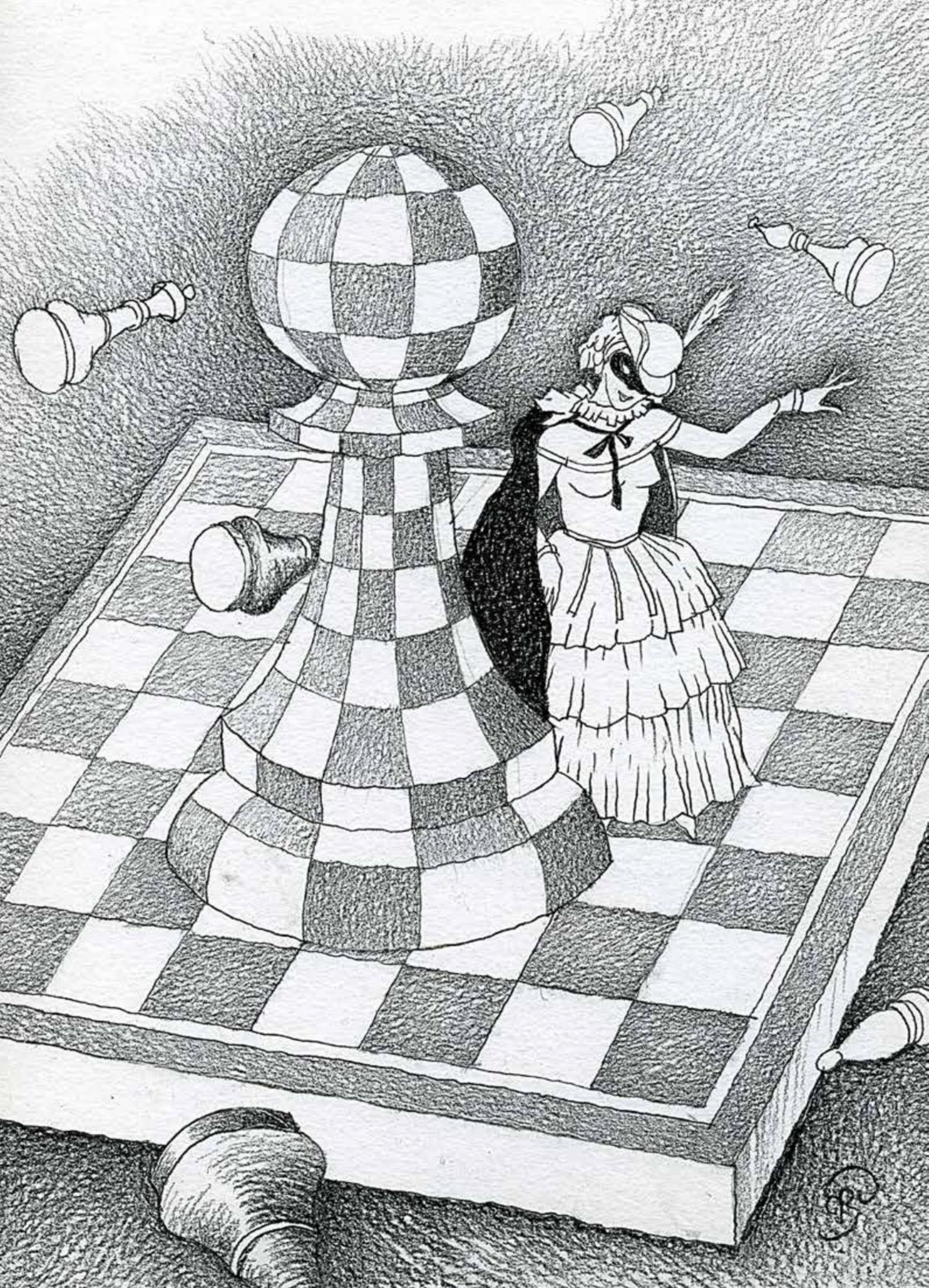
ждал очередной удар — не работала «печка». Это был нагреватель размером $4 \times 4 \times 1$ мм — слюдяная пластина, на которую намотана платиновая проволока и все изолировано слюдой. Она помещалась между двумя исследуемыми образцами и создавала тепловой поток. Мы заверяли, что починим старую или сделаем новую, но безутешный Владилен возражал — в Физтехе только одна женщина делает такие нагреватели.

Задача была непростой, но бинокулярный микроскоп имелся, слюда — не проблема, тонкая платиновая проволока в Институте отыскалась. После нескольких попыток «печка» была собрана. Оставалось подварить серебряные (чтобы уменьшить паразитное тепловыделение) проводочки. Выручил самодельный аппарат для точечной сварки, правда, пришлось изрядно потренироваться. Измерения прошли прекрасно, и преисполненный уважения Владилен отбыл в Ленинград.

Примерно через полгода Ленинградский Физтех организовывал Всесоюзную конференцию по физике и химии редкоземельных полупроводников (Ленинград, 1976). Я тоже получил приглашение. Конференция проходила отлично — новые контакты, оригинальные методики, дельные советы. Программой конференции было предусмотрено посещение Физтеха. Сразу в вестибюле меня встретил Владилен и взялся показать все, что нужно. В коридоре мы встретили Алферова, и Владилен обратился к нему: «Разрешите представить нашего коллегу из Душанбе. Мы передали им установку по измерению теплопроводности». — «Да, да, помню эту поучительную историю», — сказал Жорес Иванович, и мы обменялись рукопожатием. А поучительность состояла в том, что перед отправкой заказчику прибор нужно тщательно протестировать.

В лаборатории Владилена сотрудники встретили меня как героя — мол, наслышаны от Владилена, и выразили респект. Время было около 12, а каждый, работавший в НИИ, знает, что это время чаепития. Убеждался я в этом многократно — и в Минске, и в Киеве, и в Москве, и в Алма-Ате, и Новосибирске. На чае не экономили. Заваривали краснодарскую «Экстру» или, если удалось достать, «индийский со слоном». К чаю полагались рассыпчатые сухарики с изюмом. Начальство к мероприятию относилось терпимо, поскольку во время чаепития обсуждались последние данные и намечались пути к Нобелевке.

В ходе чаепития я не бескорыстно затронул тему расходных материалов. Мы испытывали дефицит вольфрамовой и танталовой фольги, молибденовых, вольфрамовых, рениевых, графитовых стержней и других нужных мелочей. Ленинградские коллеги обещали «поспрашивать» и обещание сдержали. Физтех я покидал с заметно потяжелевшим портфелем.



Александр Карапац

Иллюстрация Сергея Дергачева

Просто игра

— Неужели мы ничем не прославились? — спросила Бригитта.

— Ну, не то чтобы ничем, — уклончиво ответил ее муж, король Минел Первый. — Просто страна у нас маленькая, трудно сравниться с гигантами.

Бригитта лишь недавно стала королевой. Минел привез ее из соседней страны. Хоть и не принцесса, а роду знатного, королю не стыдно жениться.

Министр, присутствовавший здесь же, из деликатности хранил молчание.

— Что скажешь? — обратился к нему король. — Есть у нас какие-нибудь достижения? По площади мы во второй сотне в мире, по населению тоже. Доход на душу населения ниже среднего. Что еще?

Министр сделал вид, что напряженно думает.

— Может быть, у нас есть выдающиеся художники или композиторы? — поинтересовалась королева.

— К сожалению, таких нет, ваше величество, — ответил министр.

— А спортсмены?

— Нет и спортсменов.

— Но ведь мы играли в футбол, — вспомнил король.

— Проиграли в первом же отборочном матче. Команде Ляляндии. Со счетом тридцать три — ноль.

— А в теннис?

— Техническое поражение из-за неявки. Наш единственный игрок, садовник Томми, потерял ракетку.

— Неужели во всем королевстве не нашлось другой ракетки?

— Может, и нашлась бы, но Томми обнаружил пропажу лишь перед самым началом игры.

— Это заговор! — возмутилась королева. — А нет ли у нас мастеров интеллектуальных игр? Домино, шашки, карты. Шахматы, наконец!

Министр оживился:

— Про домино, шашки и карты не знаю, но Джонни, сын кухарки Клары, неплохо играет в шахматы.

— Что значит «неплохо»? Он сможет победить на чемпионате мира?

— Не уверен. Но он выигрывает у многих наших.

— Позвать сюда Джонни, — хлопнул в ладоши король. — Быстро!

Как вы уже поняли, страна Минелия, о которой идет речь, была маленькой. Поэтому и министр был всего один. И дворец был небольшой, и слуг немного. Подданные жили тихо, растили овощи на маленьких огородах, держали коров и коз. Заводов и фабрик не было. Маршрут единственного автобуса начинался на западной границе королевства и заканчивался на восточной. Но все-таки это была самостоятельная страна со всеми полагающимися ей правами и обязательствами. И король в стране был самый настоящий.

Наконец появился Джонни и смущенно остановился перед правителями.

— Говорят, ты хорошо играешь в шахматы? — без предисловий обратился к нему король.

— Не знаю. В нашем королевстве я у всех выигрываю, а с другими игроками не встречался.

— Интересно! — обрадовалась королева. — Ты и у министра выигрываешь?

— Выигрываю. — От смущения Джонни не знал, куда деваться.

— А сколько тебе лет?

— Четырнадцать.

— Вот что, Джонни. Раз ты — наш самый лучший игрок, мы отправим тебя на соревнование, — добродушно решил король и обратился к министру: — Когда у нас следующий чемпионат мира?

— Через месяц, ваше величество. Но завтра последний день подачи заявок.

— Так подайте от нас заявку и начинайте готовить, — отдал распоряжение Минел.

На чемпионат послали делегацию из трех человек. Глава делегации — министр, сопровождающая — кухарка Клара, по совместительству мать Джонни, и участник турнира — Джонни Фушер. Министр, он же главный казначей, выдал (получил) на поездку сто монет, и делегация отправилась завоевывать славу для Минелии. Чемпионат проходил в соседней стране — Максландии. Так что ехать было недалеко.

Как узнали минельцы, играть нужно было семь партий по швейцарской системе, после чего восемь лучших игроков должны были разыграть титул чемпиона между собой. Шахматистов набралось более сотни.

Джонни играл старательно и победил в первых четырех партиях. Его заметили. Газеты заговорили о талантливом юноше из Минелии, который не знает поражений. В пятом туре столик Джонни располагался на сцене в ближнем ряду, и зрители с любопытством разглядывали новоявленного вундеркинда. Но в этой партии ему пришлось трудно. То ли сказалось повышенное внимание публики, то ли мастерство соперника, но позиция Джонни ухудшалась с каждым ходом. Казалось, поражения не избежать, но вдруг Джонни нашел спасение. Он пожертвовал ладью и свел партию вничью, дав вечный шах.

— Молодец, — вальяжно похвалил его министр после игры. — Отыграешь еще парудней, и поедем домой. Как видишь, игроки здесь опытные. Завтра, того и гляди, попадется еще сильнее. Так что и проиграть не зазорно.

Ну, ничего, для первого раза мы выступили выше всяких похвал. Кстати, гостиницу я оплатил только за семь дней. Надо беречь казенные деньги!

— Но еще две партии! Я могу попасть в восьмерку, — попытался возразить Джонни.

— Даже не думай об этом. Тебя сегодня чуть не побдили. Играй уж, как получится.

— Да, сынок, не думай о выигрыше, — вмешалась мама. — Тот, кто хочет победить во что бы то ни стало, нервничает и в итоге проигрывает. Это же просто игра. Играй!

На следующий день противник уже на десятом ходу внезапно предложил Джонни ничью. Мальчик не знал, что делать. С одной стороны, хотелось играть и выигрывать, с другой — давила ответственность. Джонни посмотрел на министра, сидевшего в зале в первом ряду, как бы спрашивая, что делать. Тот кивнул. Джонни принял его кивок за одобрение и согласился на ничью.

Перед последним туром Джонни неожиданно оказался на втором месте. Впереди был шахматист с пятью победами и одной ничьей. И именно с ним Джонни предстояло играть.

— Если выиграешь, точно попадешь в восьмерку. Если проиграешь, точно не попадешь. А если получится ничья, все будет зависеть от результатов других участников. Скорее всего, ничья все-таки выведет тебя в финальный турнир чемпионата, но гарантии нет, — рассуждал министр.

— Так мне выигрывать? Или опять соглашаться на ничью? — не мог понять Джонни.

— Думаю, можно соглашаться. Зачем рисковать? Твоему противнику ничья выгодна, тебе — тоже. Если предложит ничью, соглашайся.

Все произошло так, как и предвидел министр: противник Джонни предложил ничью. В итоге Джонни попал в финал, где участники должны были играть матчи из двух партий.

— Повезло, — «вдохновлял» его министр. — Так уж и быть, за гостиницу я заплачу. Поиграешь еще денек другой.

Джонни не боялся поражений. Ведь любой результат для него уже был успехом. И он выиграл четвертьфинал, а потом и полуфинал. К этому времени газеты уже всю писали о новой звезде. Фотографии Джонни не сходили с первых полос. Интерес к решающему матчу был огромным. А в финале ему предстояло играть не с кем-нибудь, а с действующим чемпионом мира! Чемпиона звали Антонио. Он представлял Максландию.

Вечером накануне финала в номер, где жила делегация из Минелии, постучали. На пороге стоял Антонио. Он обменялся рукопожатиями с министром и Джонни, поцеловал руку Кларе и сказал, что явился к ним с выгодным предложением.

— Завтра, Джонни, мы с тобой играем. И победит сильнейший. Скорее всего, я. Ведь знаний и опыта у меня больше. Победитель получит приз в сто тысяч монет, а проигравшему, по правилам, полагается всего десять

тысяч. Мне деньги не нужны, у меня их достаточно. Поэтому я готов подарить тебе половину своего приза. Чего я хочу взамен? Всего лишь спокойствия. Уверенности, что я выиграю и останусь чемпионом. Что ты на это скажешь, дорогой мой мальчик?

— Вы хотите, чтобы я проиграл?

— Ты и так проиграешь. Я просто предлагаю тебе половину приза за то, чтобы ты и не старался выиграть. Зачем зря тратить нервы? Ведь результат предрешен.

Сумма в пятьдесят тысяч казалась Джонни фантастической. И ее можно было получить без всяких усилий. Он в растерянности посмотрел на министра. Министр занервничал. Он заранее был уверен в поражении своего подопечного, но как сказать мальчику, что нужно просто сдать партию? Однако тут вмешалась Клара:

— Джонни не будет вам поддаваться. Пусть он проиграет, но в честной борьбе. А деньги оставьте себе. Если, конечно, вы их получите! Играй, Джонни! Вся Минелия ждет твоей победы!

Антонио посмотрел на Джонни:

— Неужели ты будешь продолжать держаться за маленькую юбку? Я думал, что разговариваю со взрослым мужчиной.

— Я не буду вам специально проигрывать! Пусть победит сильнейший! — ответил Джонни.

— Ну что же, — озлобился Антонио. — Ты сделал выбор. Пеняй на себя.

С этими словами он удалился. А Джонни лег спать, потому что мама заставляла его соблюдать режим.

А на следующий день он выиграл! Вы не поверите, но Джонни свел первую партию вничью и одержал трудную победу во второй. Не помогли мастерство и злость Антонио. А может быть, как раз злость и подвела. К тому же Антонио играл для себя и ужасно боялся поражения. А Джонни старался для мамы. И еще — он помнил, что на него смотрит вся Минелия.

Надо ли говорить о радости короля Минела? А о восхищении королевы Бригитты? О праздновании, которое устроили в стране по поводу триумфа Джонни? Представьте сами, как все это было. А я расскажу о том, что случилось после.

Прошло несколько дней. Торжества закончились. Восторг поутих. Джонни по-прежнему жил в старом домике вдвоем с мамой. Ему стало скучно. Играть было не с кем. Он надеялся, что, получив приз, сможет поехать с мамой за границу. Он очень хотел посмотреть мир. Ведь, кроме соседней Максландии, Джонни до сих пор нигде не бывал. Да и там он все время был занят игрой и ничего толком не видел. Когда Джонни спросил у министра, где его приз, тот ответил, что деньги должны прийти на королевский счет в банке: когда, мол, их переведут, тогда и поговорим. Шло время. Наконец призовые сто тысяч поступили в банк. Узнав об этом от почтальона, Джонни отправился во дворец. Однако министр сказал, что не может выдать такую сумму без разрешения короля. Пришлось идти к королю.

— Что? Ты хочешь забрать весь приз? — удивился король. — Но ведь призы облагаются налогом! На сумму

в сто тысяч установлен налог в девяносто процентов. Так что тебе положено только десять тысяч, а не сто.

— Ну дайте хотя бы десять! — Джонни был очень раздосадован, но все равно хотел побыстрее получить деньги и уехать.

— А зачем тебе столько денег? Тебе же их некуда тратить, — заметил король.

— Я хочу посмотреть мир, — заявил Джонни.

— Тогда ты сначала должен получить выездную визу. Не всех людей можно выпускать из страны. Ты, Джонни, наше национальное достояние, наш единственный чемпион. Как же мы тебя отпустим? Вдруг с тобой что-нибудь случится. Нет, я не могу дать тебе выездной визы. Живи-ка ты лучше дома, готовься к новому чемпионату. А министру я прикажу выдавать тебе деньги по мере необходимости. В банке они целее будут.

Джонни был обескуражен. Все его планы рухнули. Он рассказал маме о коварстве Минела, но мама ничем не могла помочь.

— Такова наша судьба, Джонни. Возьми хоть немного денег. Буду готовить тебе вкусную еду, купим новую одежду. А ты занимайся шахматами. Ведь это то, что ты умеешь лучше всего.

Джонни сделал так, как посоветовала мама. Министр выдавал ему деньги на покупки, но каждый раз спрашивал, на что пойдут траты. Мама потихоньку обновила гардероб, наняла учителей иностранных языков, выписала по почте шахматные учебники. Джонни занимался шахматами, готовился к новому турниру, но в душе у него осталась обида.

Так прошло два года. Наступило время следующего чемпионата. Надеюсь, читатели знают, что чемпионаты мира проводятся раз в два года? Ну если кто раньше не знал, то узнал теперь.

Перед поездкой король вызвал Джонни во дворец:

— Ты повзрослел и многому научился за это время. Надеюсь, ты и на этот раз достойно выступишь и принесешь Минелии новую славу.

— Да, ты уж постарайся, — велела королева. — За два года ни один спортсмен нашего королевства не получил даже бронзовой медали ни на одном соревновании.

— Ни один ученый не сделал даже маленького открытия, — добавил министр.

— И ни один художник не нарисовал сколько-нибудь приличной картины, — подытожил король. — Так что вся надежда на тебя.

— Хорошо, я постараюсь, — ответил Джонни: мама учила его, что со старшими лучше не спорить.

На сей раз делегация Минелии увеличилась до четырех человек. Добавился садовник Томми, которому король поручил охранять Джонни и следить за тем, чтобы никто не переманил его. Томми же в основном развлекался, посещая увеселительные заведения и справедливо полагая, что защитить Джонни он все равно не сможет, как не сможет и предостеречь от необдуманных поступков. Так почему бы не отдохнуть?

Теперь победы доставались Джонни с трудом. Соперники играли с ним очень старательно. Каждый мечтал выиграть у чемпиона. Но побеждал все-таки Джонни. Ведь не зря же он все два года сидел над шахматными книгами.

И вот завершились предварительные матчи. Джонни попал в финальную восьмерку. Там он тоже всех обыграл. И, представьте, в финале он снова должен был встретиться с Антонио!

И опять, как и два года назад, накануне решающего матча Антонио пришел в гости к минельцам.

— Приветствую тебя, чемпион! — поклонился Антонио. — Я рад за тебя, мой юный друг. Ты, действительно, заслужил корону. Скажу более, я уверен, что ты можешь получить ее еще раз. Но послушай, у меня все-таки есть для тебя предложение.

— Говорите! — Джонни был настроен агрессивно.

— Видишь ли, я стар, мне уже шестьдесят, — продолжил Антонио. — Кто знает, смогу ли я участвовать в следующем турнире. Судя по всему, это мой последний шанс получить чемпионский титул. И я прошу тебя помочь мне.

— Вы опять хотите, чтобы я проиграл? — Джонни был вне себя от возмущения.

— Именно так. Разумеется, ты спросишь, что я могу дать взамен? О, очень многое! Я знаю, что король Минел не выпускает тебя из страны. Ты не можешь ездить по миру, не можешь встречаться с сильными шахматистами. Ты заточен в клетке, которую не в силах покинуть. Это очень печально. А я предложу тебе свободу. Я отдам тебе весь приз — все сто тысяч. Тебе не придется выпрашивать свои деньги, вернее, их жалкую часть, у короля. Оставшись при таких деньгах в Максландии, где ценят таланты, ты сможешь жить в свое удовольствие. И ездить куда хочешь и сколько хочешь. Для этого нужно всего лишь уступить мне победу в финале.

И Антонио выжидающе посмотрел на присутствующих. Он знал, что решение Джонни зависело от мнения мамы Клары и королевского министра. Первым заговорил министр.

— Хотя я и служу королю Минелу, — сказал он без обиняков, — но на месте Джонни принял бы предложение уважаемого Антонио. Сожалею, что невольно оказался пособником короля в твоём заточении, Джонни. Впрочем, король-то готов отпускать тебя на другие турниры, а противится этому королева Бригитта. Это все ее прихоть. Если ты уедешь, я тоже отправлюсь с тобой. Мне не простят потери чемпиона. Однако тут тебе решать. Все-таки Минелия — твоя родина.

— А ты как думаешь, мама? — спросил Джонни.

— Сынок, ты должен решать сердцем, — молвила Клара. — Неужели оно не говорит тебе, что предательство, совершенное один раз, становится предательством навсегда? Неужели ты не понимаешь, что, купив свободу такой ценой, ты никогда не будешь по-настоящему свободен, никогда не будешь счастлив? Послушай свое сердце, оно подскажет тебе, что делать.

Джонни взглянул в глаза Антонио и произнес всего одно слово:

— Нет.

— Хорошо. Будем играть, — казалось, именно такого ответа Антонио и ждал. — Теперь мне терять нечего. А ты думай о том, как сохранить корону. До завтра.

На следующий день Джонни пришлось туго. Сосредоточиться, что он обязан выиграть, давило, мешало. Он допустил ошибку и проиграл первую партию. Правда, затем собрался и сумел победить во второй. Для выявления чемпиона была назначена дополнительная, третья партия. В случае ничьей чемпионом провозглашался участник, игравший черными фигурами. Поэтому белым нужна была только победа. Белые по жребию достались Джонни.

«Это — просто игра!» — вспомнил он слова матери. Вспомнил, и на душе сразу стало легко и спокойно. И он выиграл.

Торжества по случаю новой победы Джонни были еще более пышными. Сама королева изволила танцевать с ним на праздничном балу. Король радовался как ребенок. И даже приказал выдать Джонни тысячу монет из остатков прошлого приза, не требуя отчета о тратах. Но скоро празднование закончилось, и жизнь вернулась в прежнюю колею. А когда на королевский счет поступили призовые деньги, Джонни ждала неожиданность.

— Видишь ли, мальчик, в королевстве принят новый закон о налогах, — сказал ему король. — Теперь с приза в сто тысяч взимается налог в девяносто девять процентов. Так что тебе положена только тысяча. Я прикажу, чтобы министр выдавал тебе деньги аккуратно, строго контролируя расходы. Ведь у тебя нет опыта в финансовых делах, а при неразумных тратах деньги могут быстро кончиться.

Может быть, в этот момент Джонни пожалел о том, что отверг предложение Антонио. А может быть, и нет. Но он ничего не сказал. Он продолжал заниматься шахматами и старался бережно распоряжаться выдаваемыми средствами. Мама помогала ему, как могла. А о чем они говорили между собой и какие строили планы, нам неизвестно.

Прошло еще два года. Настал срок очередного чемпионата. Королевская чета, напутствуя Джонни, пожелала ему новой победы. Король даже пообещал, что в случае успеха отпустит его на другой турнир и, может быть, разрешит поехать в путешествие по разным странам.

— Тебе уже восемнадцать. Ты — совершеннолетний, — сказал Минел. — Награда теперь будет более весомой.

— Ты только обязательно выиграй! — проворковала Бригитта. — Ведь ты — наш единственный чемпион.

На этот раз делегация включала пять человек: к прежней четверке присоединилась горничная Лана, жена садовника Томми. Официально в ее обязанности входило обслуживание остальных членов делегации. Но,

попросту говоря, королева приказала Лане шпионить за Джонни.

Джонни играл уверенно, побеждая в каждой партии. За последние два года его мастерство существенно выросло, и он чувствовал себя сильнее всех. Уже в первый же день он обратил внимание на белокурую девушку, сидевшую в первом ряду и увлеченно наблюдавшую за игроками. Он вообразил, что девушка смотрит именно на него, и от этого старался играть как можно лучше. После шестой победы, когда Джонни досрочно обеспечил себе первое место в предварительном турнире, девушка подошла к нему за автографом.

— Распишитесь, пожалуйста, на этой книге, — попросила она. — Это сборник лучших шахматных партий всех времен. Ваши партии сюда тоже включены.

— Лучше я напишу на книге посвящение, — сказал польщенный Джонни. — Как вас зовут?

— Лаура.

— Вы любите шахматы?

— Очень! Жаль, что сама пока играю плохо. Но я изучаю теорию, играю тренировочные партии с отцом. Может быть, когда-нибудь попаду на женский чемпионат мира.

Дальше Джонни разговаривать с Лаурой не дали. Министр сказал, что нельзя нарушать режим, пора ехать. Джонни торопливо написал на книге: «Прекрасной Лауре с пожеланием новых встреч. Чемпион мира Джонни Фушер». Девушка была в восторге.

В седьмой партии можно было вообще не напрягаться. Его соперник мечтал лишь о ничьей. Но Джонни хотелось показать всем и в первую очередь Лауре, что он — настоящий чемпион. Эту партию, как и все предыдущие, он играл с полной отдачей и выиграл, что дало ему максимальный результат в турнире. Лаура следила за игрой, поддерживая Джонни ободряющими жестами, а по окончании партии даже захлопала в ладоши.

Надо ли говорить, что весь выходной день перед финальной серией матчей Джонни провел с Лаурой. Она расспрашивала его о жизни в Минелии, с восторгом встречая каждое слово. Сама рассказала, что живет с отцом, с детства любит шахматы и давно мечтала познакомиться с Джонни.

Джонни выиграл четвертьфинал, а затем и полуфинал. Он старался побыстрее закончить партии, чтобы выкроить время для встреч с Лаурой. Клара и министр пытались вразумить Джонни, твердя, что нужно соблюдать режим, но он их не слушал. «Я уже не маленький, я сам знаю, что для меня лучше», — отвечал Джонни, отправляясь на очередную прогулку с девушкой. Сначала они целовались в укромных уголках парков, а потом уже и прямо на улицах. Обнимая Лауру, Джонни мечтал о том дне, когда турнир закончится и он сможет сделать ей предложение. Все эти дни он играл для нее и жил для нее. Ее звонко-серебристый смех наполнял его сердце радостью, ее нежные прикосновения вдохновляли на новые победы. Для Джонни теперь весь мир был сосредоточен в глазах Лауры.

В финале Джонни опять должен был играть с Антонио. Старый мастер сумел победить всех конкурентов и получил шанс снова побороться с Джонни за шахматную корону. Впрочем, Джонни это нисколько не тревожило. Он знал, что выиграет. Выиграет для Лауры. По-другому просто не могло быть.

Всю ночь перед решающим матчем влюбленные гуляли по городу. Министр и Клара с тревогой ждали возвращения Джонни, опасаясь, что усталость помешает ему играть в полную силу. Волновалась и королева, которой Лана регулярно докладывала о происходящем, но она тоже не могла ничего поделать. Тем не менее Джонни был бодр как никогда. Любовь придавала ему неисчерпаемые силы.

В эту последнюю ночь, во время страстных объятий, Лаура вдруг спросила Джонни:

— Скажи, а ты мог бы ради меня совершить преступление?

— Конечно! — не задумываясь, ответил тот. — Я и так каждый день совершаю преступление — целую девушку без разрешения ее отца. Кстати, ты меня с ним так и не познакомила. А мне надо знать, у кого завтра просить твоей руки!

— Ты его давно знаешь, — сказала Лаура. — Его зовут Антонио. У тебя с ним матч утром. А преступление, о котором я прошу, состоит в том, чтобы ты ему проиграл.

Джонни опешил.

— Ты, ты... — проговорил он, не находя слов. — Ты понимаешь, о чем просишь? Ведь тогда я уже не буду чемпионом.

— Я все понимаю, — прошептала Лаура, теснее прижимаясь к Джонни. — Отец отдаст нам свой приз. Мы поженимся. И будем жить у нас, в Максландии. На следующем чемпионате ты будешь представлять нашу страну. И снова станешь чемпионом. А отец, как и мечтал, завершит карьеру на пике славы. Мы все будем счастливы. Ты согласен?

— Не знаю... — Джонни во всем привык советоваться с матерью. Теперь же он должен был принимать решение сам. Как быть? Согласиться на предложение Лауры и получить все? Или вернуться на родину и продолжать влачить жалкое существование? Казалось бы, выбор очевиден. Но Джонни медлил.

— Значит, ты меня не любишь, раз сомневаешься! Хорошо, выигрывай! И возвращайся в свою Минелию. Прощай! — расплакавшись, Лаура отвернулась и быстро пошла прочь.

— Лаура, стой! — крикнул Джонни, бросаясь следом. — Стой! Я согласен.

Настал день, и состоялся решающий матч. В первой партии, играя белыми, Джонни быстро предложил ничью. А во второй, к изумлению всех, потерял ферзя и тут же сдался. Чемпионом стал Антонио. Министр и Клара клялись себе за то, что не обеспечили Джонни столь необходимый на турнире режим. Сам же бывший чемпион выглядел ничуть не расстроенным. В гостинице Клара спросила сына:

— Джонни, зачем ты это сделал? Я же все видела, ты специально подставил ферзя.

— Да, мама, да. Но за ферзя я получу самую прекрасную девушку в мире! И еще — свободу. Мы уедем в Максландию и будем счастливы.

— Ты сделал свой выбор, сын. Ты уже взрослый. Пусть будет так, как ты решил.

— Спасибо, мама. Я верил, что ты меня поймешь. А сейчас мы с тобой отправимся к Антонио, и я попрошу руки его дочери.

— Нет, сын, — ответила Клара. — Иди один. Это твой выбор.

Свой успех Антонио отмечал в самом шикарном ресторане. Старый мастер сидел во главе банкетного стола в окружении друзей. Джонни подошел и торжественно заявил:

— Уважаемый Антонио. Я прошу руки вашей дочери. Мы с Лаурой любим друг друга и хотим быть вместе.

Уже изрядно захмелевший чемпион проговорил, медленно растягивая слова:

— Дорогой Джонни, я был бы рад исполнить твою просьбу, но вот беда, у меня нет дочери.

И вся компания громко захохотала.

— Как это? А кто же тогда Лаура?

— Актриса. Я ее нанял. И она неплохо справилась, правда?

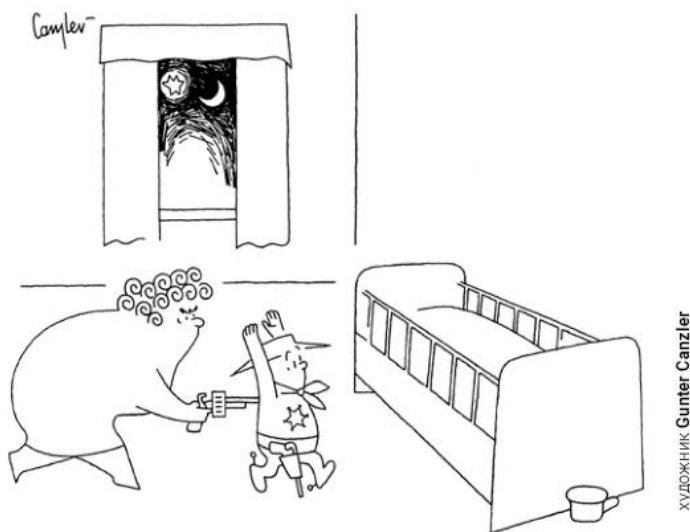
— Не может быть! Но я все равно люблю ее! Где она?

— Уехала. Роль сыграна, деньги уплачены. Что ей еще здесь делать?

— Неужели она не захотела даже попрощаться со мной?

— А зачем? Чтобы ты снова признавался ей в любви? Да ее уже тошнит от твоих признаний за все эти дни. Впрочем, не огорчайся, мой мальчик. Это же просто игра. Нужно уметь проигрывать.

Читатель, наверняка, захочет узнать, что было с Джонни дальше. Но тут я мало чем могу помочь. Мальчик повел себя непредсказуемо, и что он выкинет теперь, не знает даже автор. Могу лишь предположить, что он вернулся в Минелию и скромно живет там. Может быть, король даже отпустил его за границу, и Джонни наконец-то удалось повидать мир. Выигрывал ли он еще чемпионаты? Вот уж не знаю. Посмотрите таблицы турниров. Правда, там у него другое имя, но внимательный читатель поймет, что речь идет именно о нем. Искал ли он Лауру? Тоже не знаю. Ну что он мог услышать от нее, если бы даже нашел? Что она встречалась с ним за деньги, полученные от Антонио, и никогда не испытывала к нему чувства, хоть отдаленно похожего на любовь? Мне бы не хотелось такого слышать. Впрочем, я высказал личное мнение, а читатель может придумать продолжение по своему вкусу. Но прошу не принимать эту историю слишком близко к сердцу. Ведь шахматы — это просто игра.



Короткие заметки

О зарождении сферомании

В статье про колонизацию Луны (см. «Химию и жизнь», 2023, 5) автор вспомнил старинный текст Станислава Лема о сферомании — о переносе расширяющейся гонки вооружений в космос. У кого-то такие идеи могли вызвать язвительную улыбку, но вот новое сообщение на эту тему. Радиоастрономы из Великобритании, Голландии и ЮАР изучили излучения спутников группировки Старлинк. Их возглавлял Федерико де Вруно (Astronomy & Astrophysics, 2023), участник проекта создания гигантского радиотелескопа, названного «Обсерватория одного квадратного километра»: именно на таких площадях в Австралии и ЮАР будут размещены его антенны. Результаты изучения деятельности Старлинк вызвали возмущение астрономов.

В соответствии с конвенцией ООН 1959 года для всех средств коммуникаций на Земле зарезервировали частотные диапазоны. В рамках договоренностей до сих пор и развивалась радиоастрономия: сигналы внутри используемых связистами диапазонов считались искусственными. Спутники Старлинк как будто соблюдают конвенцию: на Землю они дают сигнал на разрешенных частотах. Однако космос — это не Земля, там нет ограничений. И спутники системы общаются между собой на удобных для них частотах. А эти частоты находятся в интересном для радиоастрономов диапазоне.

Авторы статьи озабочены качеством данных, которые они получают на своем грандиозном радиотелескопе. Однако спутниковые группировки, в том числе и Старлинк, сейчас используют в боевых целях. Если один радиотелескоп зафиксировал активность внутри военной спутниковой группировки, значит, это сделает и другой радиотелескоп. А сделав, вмешается в межспутниковую коммуникацию, излучив ложный сигнал. Так, казалось бы, мирное средство изучения Вселенной, радиотелескоп, превращается в компонент военной инфраструктуры. Значит, шаги к сферомании сделаны: околоземная орбита в ближайшее время станет местом боевых столкновений. В радиочастотном диапазоне.

С. Анофелес

Пишут, что...

...охлаждающий эффект вулканов, выбрасывающих сернистые соединения в верхние слои атмосферы, недооценен в два, а возможно, и в четыре раза в стандартных климатических прогнозах (Geophysical Research Letters)...

...нервные клетки в мозге мыши, которые участвуют в формировании хронического стресса, имеют рецепторы к эстрогену, что объясняет, почему женщины более чувствительны к стрессу, чем мужчины (Nature Neuroscience)...

...колибри с удовольствием пьют подслащенную воду с содержанием алкоголя до 1% по объему, находя ее такой же привлекательной, как обычная сахарная вода (Royal Society Open Science)...

...сверхмассивная черная дыра Sgr A* в центре нашей галактики вышла из состояния покоя 200 лет назад, и тогда ее рентгеновское излучение было в миллион раз больше, чем сегодня (Nature)...

...ДНК может имитировать функции белка, сворачиваясь в сложные трехмерные структуры (Nature)...

...снижение иммунитета у космонавтов во время полета и какое-то время после него связано с отключением в лейкоцитах их крови генов, ответственных за иммунитет (Frontiers in Immunology)...

...перувозид, соединение на растительной основе для лечения сердечной недостаточности, способен предотвращать до 12 важных с медицинской точки зрения вирусов из разных вирусных семейств, включая грипп и SARS-CoV-2 (Acta Pharmaceutica Sinica B)...

...за последние 40 лет на шельфовых ледниках Антарктики в целом произошли лишь незначительные изменения в скорости поверхностного таяния, местами она даже заметно уменьшилась (Geophysical Research Letters)...

...шансы футболистов на развитие заболеваний мозга связаны не только с количеством сотрясений мозга, но и с общим количеством ударов мяча по голове и их суммарной силой (Nature Communications)...

...с помощью внешнего электрического поля можно контролировать движение дислокаций в монокристаллическом сульфиде цинка (Nature Materials)...

...у пациентов, которых лечат хирурги, проводящие более 10 операций по замене плечевого сустава в год, меньше риск серьезных осложнений и они быстрее идут на поправку, чем пациенты хирургов, делающих меньше операций (The BMJ)...

...пещера в Ла-Рош-Катара во Франции содержит самые древние нефигуративные гравюры, выполненные неандертальцами 75 000 лет назад (PLOS ONE)...

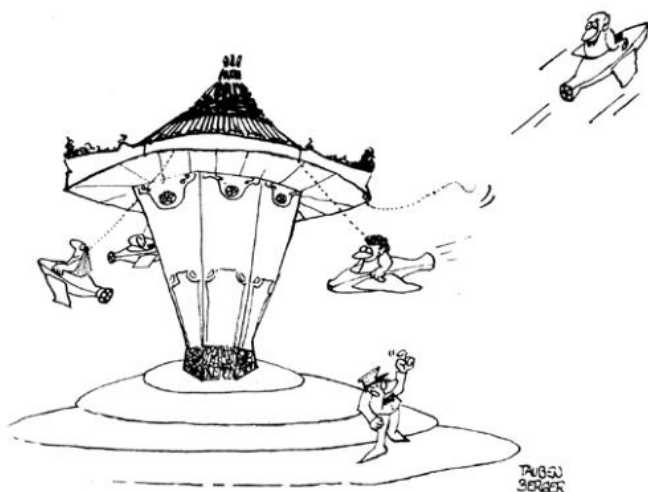
...шины автомобилей на дорогах по всему миру ежегодно выбрасывают около 6 млн тонн пыли и мусора, на долю которых приходится до 10% микропластика, попадающего в океаны, и 3-7% твердых частиц в воздухе, которым мы дышим (Science)...

...у бабочек-монархов выше шансы пережить длительные миграции, если у них больше белых пятен на крыльях, возможно, потому, что это дает им аэродинамическое преимущество (PLOS ONE)...

...перовскитовые солнечные элементы достигли мирового рекорда эффективности в 24,35% при активной площади 1 см² (Progress in Photovoltaics)...

...выбросы CO₂ почвенными микробами в атмосферу Земли, составляющими сегодня одну пятую часть атмосферного CO₂, не только увеличатся, но и ускорятся в глобальном масштабе к концу этого столетия (Nature Communications)...

художник Alfred Taubenberger



Короткие заметки

Испарится всё

В теории Стивена Хокинга черные дыры испаряются так. В вакууме постоянно рождаются и исчезают виртуальные пары частица — античастица. Если одна частица зародится внутри черной дыры, а другая — снаружи, то они никогда не найдут друг друга, чтобы аннигилировать. То есть частица вылетит из черной дыры и унесет из нее часть массы; такие частицы составляют излучение Хокинга. В пределе выходит, что все черные дыры когда-то испарятся, что внушает оптимизм: во Вселенной с испаряющимися дырами идет постоянный круговорот материи.

Михаэль Вондрак, Вальтер ван Сюйлек и Хейно Фальке из Радбаудского университета в Неймегене решили пойти дальше и посмотреть, а что будет, если частицы рождаются просто в сильном гравитационном поле (Physical Review Letters, июль 2023)? Исследователи опирались на эффект Швингера, согласно которому в сильном электрическом поле с напряженностью выше 10¹⁸ В/м виртуальные заряженные частицы становятся реальными, поскольку за время неопределенности, следующим из принципа Гейзенберга, успевают так разлететься, что их аннигиляция будет невозможной.

Все сказанное об эффекте Швингера можно переложить с электрического на гравитационное поле: оно также способно разорвать виртуальную пару частиц и превратить их в реальные. Расчет показал, что на некотором расстоянии от черной дыры имеется зона, где из вакуума рождаются частицы, а затем улетают прочь, унося массу дыры в виде излучения, подобного хокинговскому. Да и дыра не нужна: достаточные по силе поля имеются у нейтронных звезд и других компактных объектов, возникших при коллапсах звезд. Теперь задача астрономов найти идущее от них излучение хокинговского типа и подтвердить, что вещество во Вселенной постоянно сжимается, а сильно сжавшись — испаряется, обеспечивая динамическое равновесие.

А. Мотыляев

Андрей Лободинов

Иллюстрации Елены Станиковой

О разбитом и зеркале

Когда погибла ее сестра-близняшка, Фрося казалась спокойной рядом с причитавшей и голосившей матерью. Но с той поры повелась за ней странность: не могла видеть своего отражения. Стоило ей увидеть себя в зеркале, слезы начинали катиться из глаз.

Горе-то большое, не молоко пролили. Родители поначалу лишь удивлялись, жалели да уповали на время — оно лечит.

Девочка была молчалива, но росла пригожей и кроткой. Шумные станичные подружки тоже по-своему жалели тихоню, не забывали, вытаскивали из хаты едва ли не за косу, то вить венки на Купалу, то колядовать на Новый год да Христа славить на Рождество. И молодые казаки стали приглядываться. Раньше норовили снежком запустить в девчонок, не разбирая в кого. А тут стали примечать, у какой глаза какого цвета. У Фроськи, Степановой дочки, они зеленые, какими бывают волны в Чёрном море на самом изгибе, перед тем как белопенной стеной обрушиться на берег.

Фрося любила гулять одна на берегу. У прочих девушек такой привычки не водилось. Станичницы моря не любили — бывало, что казаки оттуда не возвращались. С другой стороны, море — кормилица. Его так и называли — в женском роде, среднего у казаков употреблять не было принято вовсе. Фросе за кроткий нрав странность прощали. Именно что прощали — в станице все знали друг друга, и осуждали с легкостью, и завидовали. Другую бы в ведьмы зачислили, судачили бы за спиной.

В древности здесь стоял город, потом его затопило море. Волны выносили на берег старинные вещицы. Фрося искала их, несла домой. Мать ворчала, но хлам не выкидывала — любила дочку. Да и не такой уж и хлам попадался. Пару раз Фрося находила древние монеты, как-никак диковинка, хранились в женских безделушках.

После ночного шторма попалась самая крупная находка — женская голова из мрамора. Ту Фрося домой едва дотащила — тяжелая. Степан приспособил ее как гнет для квашеной капусты, подложив под мрамор дубовую крышку. Но чаще всего на берегу попадались осколки глиняных амфор. Одна такая даже сохранилась в песке целой.





— Уж девка на выданье, а при виде зеркала в слезы. Куда это годится? — сокрушалась мать.

Степан думал.

Приезд фотографа в станицу стал событием. Дело было не дешевым, не каждая семья могла себе позволить.

— Клин клином вышибают. Сделаем ее хвотографию и повесим на видном месте в хате. Так и привыкнет, это же вроде отражения, — сказал Степан.

Фросю сфотографировали на берегу — рядом с амфорой. Это была идея фотографа. Он щелкал языком от восхищения и бормотал что-то про «юную наяду». Степан принял грозный вид, мол, не спустит городскому, если что.

Его задумка сработала. Дочка перестала плакать при виде зеркала.

Шли дни. А потом в разговоре с подружкой Фрося обмолвилась, что на фото не она. А ее близняшка-сестра. Подружка перекрестилась, посмотрела на Фросю как на юродивую.

— А ты посмотри, — Фрося подвела ее к фотографии, — амфора разбитая. А наша-то целая. Родители не замечают. А я думаю, что у нее там всё наоборот. И наверно, там я погибла вместо нее. А раз там она живая, что горевать? Даст Бог, свидимся.

Слух всколыхнул станицу. Мать не понимала, почему люди лезут в гости, а потом бегут на берег. Там стояли и пилились на целую амфору. Как она могла быть на фото разбитой?

Толпа пришла к дому Степана вечером. Стояли молча. Кто-то крикнул про ведьму и тут же осекся.

В хате заохала, запричитала мать. Степан вышел белый как снег, с шашкой в руке.

— Кто дочку обидит — убью.

Толпа замерла. Вынуть шашку легко — потом все сложнее. Назад возврату может и не быть.

Вышел вперед станичник старше Степана.

— Моей внучке Фроська как сестра. Никто ее не обидит. Мало ли... кто ее попутал. А вот хвотографию сжечь! Толпа одобрительно загудела.

Степан колебался. Речь шла про его собственность, за которую деньги плачены. Но упоминать про деньги — все равно что торговаться. А это занятие для других народов, не для казаков.

Сзади раздался спокойный голос Фроси.

— Отец, отдай им фотографию.

Снимок сожгли. Все забылось или не вспоминалось вслух. Фрося становилась день ото дня краше — кровь с молоком и мед для сладости.

А Степан думал. Морщины на лбу стали глубже.

Однажды разговорились со станичным учителем. Тот охотно хаживал к ним, поскольку тоже положил глаз на Фроську. Степан угостил его молодым вином, упомянул историю с фотографией. Учитель не ахал и руками не всплескивал.

— Есть такая выдумка — множественные вселенные. Вроде бы немец какой об этом гутарил, точно уж не помню. Дескать, наш мир не один, много есть миров. И вот представь, два мира соприкоснулись. Ну как два кавуна на бахче рядышком. А по правде, кто его знает, как Создатель управил? Все может быть. Вон сколько звезд на небе, что там — ни одна книжка не скажет.

Чуть захмелевший учитель говорил еще долго. А Степан думал, морщил лоб, смотрел на звезды.

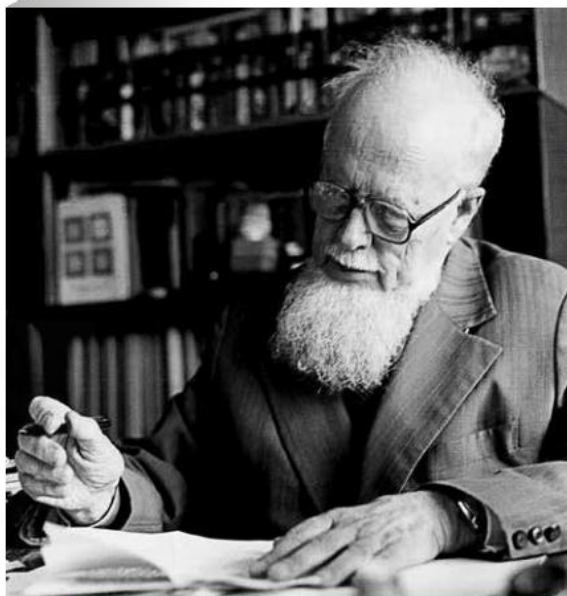
На следующий день запряг быков в телегу. Строевого коня он берег как зеницу ока, не запрягал. Притащил из погребца мраморную женскую голову, которую нашла Фрося на берегу.

— Повезу в город, в музей. Пусть ученые думают, что за девка голову потеряла, — сказал он жене. Уже в телеге пробормотал: — Может, чуть больше знать будут.



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