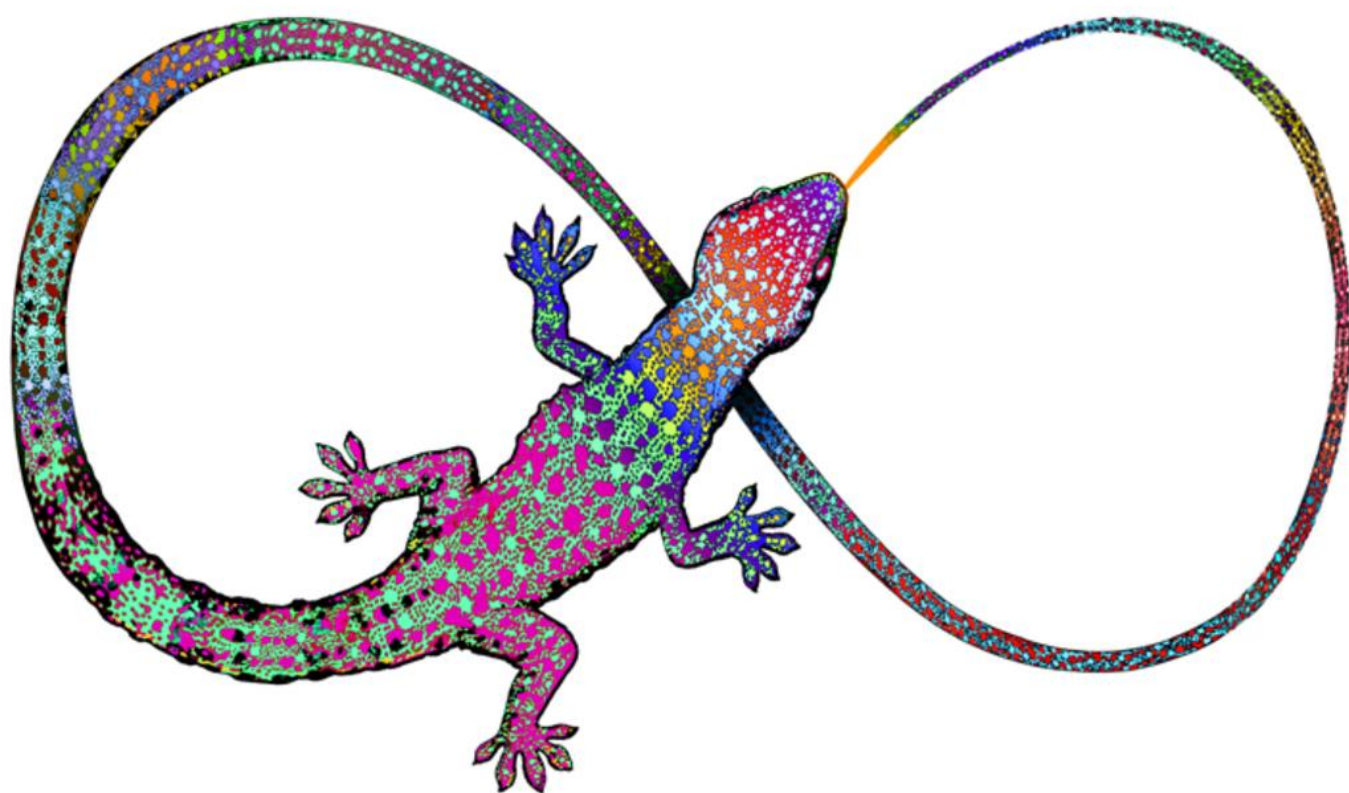




ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

7 / 2023







Химия и жизнь

Ежемесячный научно-популярный журнал

7 / 2023

Зарегистрирован
в Комитете РФ по печати
19 ноября 2003 года, рег. Эл. № 77-8479
ISSN 1727-5903

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 22.06.2023
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
«Руспресса», 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
картина художника Адриана Ван Остаде
«Юрист». Работа с бумагой необходима
не только интеллектуалам, но и специ-
алистам в совершенно другой области.
Об этом читайте в статье «Папье-маше
в интерьере»

*Бояться надо не смерти,
а пустой жизни.*

Бертольд Брехт

Содержание

Технология и природа

ЕСЛИ РОБОТ ЛЖЕТ. Р. Политов 2

КОМПЬЮТЕР ИЗ МОЗГА. А. Гурьянов 8

Из писем в редакцию

ЧТО ПРИДАЕТ ПЛОТНОСТЬ? Ф.Ф. Горбачевич 17

Вещи и вещества

КВАРЦЕВОЕ СТЕКЛО И ГРАВИТАЦИОННЫЕ ВОЛНЫ.

Б.С. Лунин, Е.С. Локтева 18

Вернадский-160

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ. А. Тишков 26

Из дальних поездок

БУМАГА И ШЕЛК. С. Анофелес 32

А почему бы и нет?

ПАПЬЕ-МАШЕ В ИНТЕРЬЕРЕ. С. Анофелес 38

Проблемы и методы науки

МЕДНЫЕ ТРАВЫ. Н. Резник 48

Панацея

ПОЛЫНЬ – ЦЕЛЕБНАЯ ГОРЕЧЬ. Н. Ручкина 52

Радости жизни

ЕЩЕ РАЗ ПРО ЛЮБОВЬ. М. Эпштейн 56

Фантастика

ПРАКТИКА КУРСАНТА КРОМА. Н. Харпалева 58

Нанофантастика

РАНТЬЕ. Д. Тихий 64

Результаты: нейрофизиология 14

Результаты: астрофизика 22

Реклама 25

Разные разности 42

Книги 55

Короткие заметки 62

Пишут, что... 62



Технологии и природа

Р. Политов

Если робот лжет

С существованием роботов, управляемых искусственным интеллектом, человечество уже смирилось. Но сможет ли оно смириться с их намеренной ложью?

Информационное единение

Разве может робот лгать? Вы скажете, что это всего лишь машина, управляемая дружественной человеку программой. Она может давать сбои, ошибаться, но не предусматривает намеренного обмана. Да, так было

в прошлых веках механических машин и однозначных, простых программ управления. До эпохи искусственного интеллекта.

В XXI веке все изменилось. Появились искусственные нейронные сети. Это наборы обучаемых математических алгоритмов, которые выполняют действия, напоминающие работу сетей нервных клеток в мозгу. Что происходит при обучении искусственных сетей, как при этом изменяются связи внутри них, ученые не знают. Вернее, знают лишь в общих чертах. Выяснение этого вопроса остается серьезной математической задачей.

Для практических же применений достаточно того, что робот, управляемый ИИ, может обучаться определенным действиям. Пусть он делает это крайне медленно, на многих попытках, но он способен достичь уровня, который позволяет ему заменять человека. Чему конкретно научился искусственный интеллект, как он будет действовать в рамках своих компетенций, знает только сам ИИ. Если, конечно, знает, то есть обладает сознанием. В положительном ответе на этот вопрос уверены некоторые разработчики ИИ, но это не тема нашего разговора.

Внедрение роботов в жизнь идет полным ходом. Роботы могут быть стационарными системами видеонаблюдения или подвижными коптерами. Они могут иметь антропоморфный вид, чтобы обслуживать покупателей, или не иметь его, как доставщики еды. Роботы могут быть умными инвалидными креслами и обучающимися экзоскелетами, они могут выглядеть, как электронные приборы, встраиваемые в любые механизмы, например автомобили, корабли, самолеты и танки. В конце концов, робот может быть просто пакетом программ, загружаемым в смартфон или компьютер. Когда пакет действует в сети Интернет или отдельной социальной сети, его сокращенно именуют ботом. За всеми роботами, реальными и виртуальными, маячит тень ИИ. Именно он стоит за революционной роботизацией мира.

Сам ИИ стал ответом на объединение человечества в едином информационном поле. Этот вызов заставил родиться технологии, облегчающие людям ориентацию в окружающем их безграничном пространстве. В сети боты предназначены для успешной и продуктивной работы со сферой знаний, ноосферой. ИИ дал возможность осваивать большие пласты данных и смыслов. Он позволяет структурировать и обрабатывать грандиозные объемы информации понятным языком слов и образов.

Отчего лжет робот?

Даже если человек никогда не встречал реального робота, он обязательно столкнется с виртуальным ботом. В Интернете действуют десятки привлекательных для пользователя платформ ИИ, предназначенных для разных целей. Наиболее известные – это проект Midjourney, который рисует картины по текстовым заданиям, и платформа ChatGPT от OpenAI, которая по корректно составленным запросам, иногда очень подробным, выдает осмысленными тексты. Одновременно ChatGPT может служить поисковой системой и делать отличные переводы, писать программы и многое другое. Платформа работает как чат-бот, то есть в постоянном диалоге с пользователем, и может запомнить все детали общения с ним.

Алгоритмы ChatGPT закрыты от потребителей, однако в начале года одному студенту удалось взломать систему. Он смог вывести внутренние инструкции общения с пользователями, которые толерантно цензурируют ответы по многим темам. ChatGPT фильтрует темы насилия,

сексуальной ориентации, расового неравенства, политических взглядов и пр. И фирма продолжает совершенствовать эти фильтры, поэтому некоторые конкуренты чат-бота, например FreedomGPT, особо подчеркивают, что не занимаются цензурой, а придерживаются лишь общепринятой человеческой этики.

Для своего обучения ChatGPT использует колоссальные возможности облачных серверов фирмы Microsoft, которая фактически приватизировала этот когда-то открытый проект. С ноября прошлого года ChatGPT стал самой быстрорастущей технологической платформой из когда-либо существовавших. Он привлекает десятки миллионов пользователей ежемесячно. В начале года компания OpenAI запустила GPT-4, четвертую версию своего чат-бота. Разработчики утверждают, что он с отличием сдал больше дюжины экзаменов в различных областях знаний.

Отечественные разработчики ИИ стараются догнать зарубежных лидеров. Сбербанк создал нейросеть для изображений Kandinsky 2.1 и недавно сообщил, что разработал GigaChat, «убийцу» ChatGPT с открытой архитектурой. Компания «Яндекс» представила нейросеть YandexGPT, которая интегрирована с голосовым помощником Алиса, и нейросеть «Шедеврум», предназначенную для построения изображений по запросам. Кроме прочего, Яндекс запускает в столице беспилотное такси.



Насколько правдивы роботы, вернее, насколько их предсказания отвечают поставленным перед ними задачам, ученые начали выяснять сразу после их появления. Тут надо напомнить, что все предсказания ИИ носят вероятностный характер. В большинстве научных работ ошибка в 20% считается вполне нормальной, а в 10% - маленькой. То есть предсказания хорошего искусственного интеллекта выполняются с так называемой физической точностью. Если же ИИ ошибается лишь в нескольких случаях из ста, то такой результат считают отличным.

Но и этого недостаточно, даже в обыденной жизни. Представьте себя кассира, а лучше банкомат, которого заменят таким отличным интеллектом. Поэтому, несмотря на моду и рекламу искусственного интеллекта, практическое состояние дел с его ненамеренными ошибками оставляет желать лучшего.

Могут ли боты лгать намерено? Ответ на этот вопрос эквивалентен ответу на вопрос о том, могут ли лгать фирмы, владеющие ими. Ответ очевиден. Однако стоит заметить, что употребление термина «ложь» в отношении ИИ означает переход из мира математических определений к нестрогим понятиям человеческой этики, где все неоднозначно и часто нелогично.

Ложь бывает не так вредна, как может показаться. Представьте, что ребенок спрашивает голосового помощника Алису, существует ли Дед Мороз. Как она должна отвечать, если знает, что разные семьи придерживаются разного мнения по этому вопросу? Правда-матка иногда звучит неумно и жестоко, например из уст хирурга перед сложной операцией.

Намеренно лгать могут и люди, и животные. Ложь облегчает выживание. И чем более высокоорганизован интеллект, тем на более изощренную ложь он способен. Только высокоразвитый интеллект может лгать намеренно. Но само понятие о намерении предполагает наличие сознания.

Очевидно, жизнь и деятельность искусственного интеллекта зависит от его детства. Так же как с людьми, которых лжи сначала обучают их создатели, мамы и папы, а затем окружающий социум. Поведение ИИ целиком зависит от его разработчиков и от того, какие базы данных они выберут для его обучения.

Неудивительно, что иногда, для военных применений, из искусственного интеллекта придется воспитать, говоря человеческим языком, профессионального лжеца. Для достижения целей группы лиц, создавших такой ИИ, достаточно выбрать соответствующие методы обучения и несколько модифицировать его математическое обеспечение. Так что очевидно, что искусственный интеллект может и намеренно лгать, и ошибаться.

О чем врет чат-бот?

После того как десятки платформ с ИИ, обученных на данных Интернета, стали доступны пользователям, резко выросло число исследований об их возможностях. Потребителей, к примеру, интересует, каков процент

ошибок и точность предсказаний в разных областях знаний флагамена чат-ботов ChatGPT. Этот вопрос выясняли многие специалисты информационных наук и смежных профессий. Естественно, им сразу задались работники критических для жизни человечества отраслей.

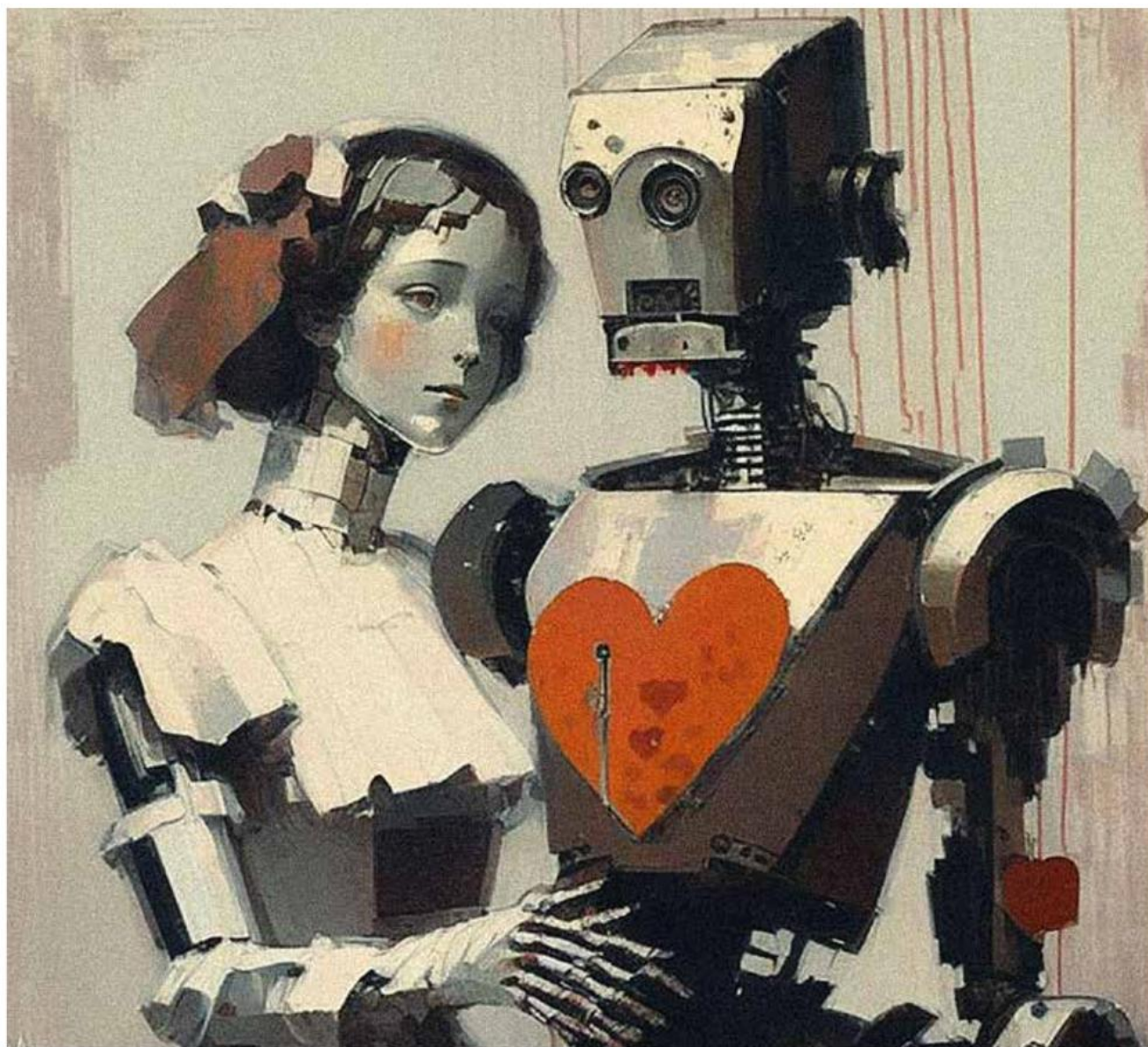
Одними из первых его поставили исследователи из Онкологического института Хантсмана (Солт-Лейк-Сити) во главе с профессором радиационной медицины Скайлером Джонсоном (Skyler Johnson). Не так давно они опубликовали статью с названием «Стоит ли рассчитывать на ChatGPT?» Вопрос далеко не праздный в мире, где квалифицированная медицинская помощь недоступна большинству людей. Сейчас, после коронавирусного шока, виртуальное врачевание и медицинские программы ИИ стали особенно популярными. В предыдущем своем исследовании доктор доказал очевидное – ошибочная информация обыденна в соцсетях.

Ученых интересовал вопрос о том, действительно ли больные онкологическими заболеваниями и те, кто за ними ухаживает, получают правдивую информацию. Если чат-бот спрашивают об общепринятых мифах и ложных концепциях рака, то да. Он выдает правильную информацию в 97% случаев. Конечно, речь идет об официальной классификации мифов, применяемой Национальным институтом рака США. Именно ее доктор использовал для проверки правильности ответов. Профессор отмечает, что некоторые из ответов ChatGPT можно истолковать неверно. Иногда нельзя понять и их происхождение. Его язык бывает неясным и непрямым. Это, впрочем, знакомо всем пользователям чат-бота. Доктор рекомендует не полный отказ от его услуг, но лишь внимательное к ним отношение.

Скайлер Джонсон надеется продолжить свою научную работу и выяснить, как часто пациенты используют боты в поисках знаний о раке и дают ли они правдивые ответы на нестандартные и необычные вопросы об этом заболевании. По-видимому, сам доктор ответы на них знает.

Более прагматичные возможности ChatGPT решила проверить международная команда, включающая 327 соавторов из 186 университетов 14 стран мира. Всех их привлек профессор бухгалтерии и делопроизводства Дэвид Вуд (David Wood) из Университета Бригама Янга в штате Юта. Армия исследователей решила выяснить, как платформа сдаст экзамены по бухгалтерскому учету. Делать это она должна была одновременно с реальными студентами. Всего ей задали более 25 тысяч экзаменационных вопросов. Такой бухгалтерский подход просто не оставил исследованию о чат-боте шансов на ошибку.

Студенты родного университета Вуда ввели в ChatGPT более двух тысяч вопросов. Они затрагивали информационные системы делопроизводства, аудит, финансовый учет, менеджмент, налоги. По типам ответов тесты отличались от «да» и «нет», до нескольких вариантов из коротких фраз. Студенты на экзамене набрали в среднем 76,7% правильных ответов, в то время как ChatGPT – 47,4%. Правда, он был умнее студентов



примерно в десятой части вопросов. Хуже всего он справился с налогами, финансами. Причина в том, что ему пришлось выполнять математические расчеты. В некоторых случаях чат-бот выдавал убежденные объяснения ложных суждений и по-разному отвечал на одни и те же вопросы.

Кроме этого, тестировщики выявили несколько интересных недостатков. Даже простейшие арифметические ошибки бот замечает не всегда. Иногда он делает грубые ошибки, например получает неправильный ответ при простом делении двух чисел. Он часто дает развернутые объяснения своим ответам, даже неправильным. Иногда объяснения могут быть правильными, но выбор ответа на их основе неверен. Иногда ChatGPT даже выдумывает факты и дает выглядящие реально, но полностью сфабрикованные ссылки на работы несуществующих авторов.

Когда появилась платформа, многие преподаватели решили, что студенты будут использовать ее для обмана.

Профессор Вуд философски замечает, что возможности списывать всегда были и будут. Интереснее понять, как применять технологию во благо, что можно делать и чего нельзя. Он не возражает против использования чат-бота при обучении, к примеру для создания планов студенческих проектов. Дэвид Вуд уверен, что искусственный интеллект качественно меняет ситуацию с обучением в лучшую сторону. Российские студенты также в этом уверены, один из них прославился в Рунете, когда защитил диплом, написанный ChatGPT.

Другое академическое исследование, выполненное английскими учеными во главе с профессором Дебби Коттон (Debby Cotton) из Университета Плимут Марджон, посвящено оценке качества текстов, написанных ChatGPT. Исследователи намеренно задавали боту вопросы так, чтобы он генерировал тексты, пригодные для публикации в научных журналах. Бот продемонстрировал определенные успехи. Вместе с серьезными недостатками.

Авторы приняли очевидное решение использовать сам ChatGPT для написания своей научной работы. Задание выглядело так: «Написать оригинальную статью со ссылками, описывающую применение ChatGPT в высшем образовании». Чтобы создать статью о больших языковых машинах, к которым принадлежит и сам бот, исследователи задавали ему изощренные вопросы. Например, «Как предотвратить плагиат студентов? Существуют ли технологии, которые позволяют отличить работу, написанную человеком и чатом? Дай несколько умных заголовков для статьи по этим проблемам?»

Здесь стоит заметить, что понимание того, как задать вопрос, навык далеко не простой. Он становится новой профессией интернет-технологий. Цена правильного вопроса – несколько долларов. Уже появились биржи, где заинтересованные заказчики ищут исполнителей. Эта проблема напрямую связана с другой. Поскольку ChatGPT обучается на всем интернет-пространстве, а авторские права на его материалы разработчиков не очень интересуют, то бот можно использовать для поиска личной и закрытой информации. Эта коллизия даже вызвала временное запрещение чат-бота в Италии.

Как бы там ни было, исследователи вставили готовый текст ИИ в статью, следующую структуре, которую предложил чат-бот. Затем авторы добавили ссылки на реальные работы по ее теме. В общем, получилась вполне обычная научная статья, которую, казалось, написали исследователи. О том, что в ее создании участвовал бот, читатели узнают только в ее заключении. В нем указано, что текст, который авторам удалось получить от последней версии ChatGPT, хотя и сложнее текста прежней версии, но выглядит слишком формально. Его можно отличить от авторского с помощью многих специализированных программ для детектирования ИИ.

Дебби Коттон говорит, что при работе с ChatGPT возникают вопросы о плагиате, несмотря на то что создатели рекламируют его как революцию в образовании и научных исследованиях. Однако профессор уверена, что при обучении студентов чат-бот дает возможность пересмотреть его методы и содержание. Она считает, что бот позволит автоматизировать некоторые административные задачи и даст преподавателям больше времени на собственно обучение.

Коттон уверена, что недавнее запрещение ChatGPT в школах Нью-Йорка будет лишь временной мерой, которая даст передышку для принятия правильных ограничений. Высшей школе придется приспособиться к чату, который станет для нее нормой. Как и в случае с любой новой технологией, здесь будут приобретающие и потерявшие.

Как реагировать на неправду?

Это далеко не праздный вопрос. Люди будущего не всегда смогут принять простое решение не общаться с искусственным интеллектом, если он солгал. В некоторых случаях придется работать с ним в команде. Например,

при широкой автоматизации технологических процессов или когда сложная система с ИИ облегчает действия групп людей в военных условиях. Да и вообще удобство ботов социальных сетей превосходит их недостатки. Так что простить и забыть не получится. То, что робот может обмануть, мы уже поняли. Обычно после первого обмана люди теряют веру в робота. Это показывают многие исследования. Однако с роботами придется жить, а доверие – восстанавливать.

Вопросы доверия были поставлены еще десятилетия назад учеными американских университетов, работающими вместе с исследователями армейских лабораторий. Тогда было заложено понимание факторов, влияющих на отношения между человеком и роботом, а также основы их статистической оценки.

С тех пор вышли десятки научных работ, посвященных восстановлению доверия между роботом и человеком, на котором базируется поведение в команде. Однако, как отмечают в прошлогоднем обзоре профессор Университета Мичиган Лайонел Роберт (Lionel P. Robert) и его аспирант Коннор Истервуд (Connor Esterwood), большинство из них носит разрозненный, несистемный характер.

Количественно решить вопрос о том, как в критической ситуации влияет намеренная ложь робота на отношение к нему, недавно попытались исследователи из Технологического института Джорджии и Университета штата Огайо. Они проверили эффективность разных извинений робота-помощника водителя после намеренной лжи. Работа, по мнению авторов, может заинтересовать разработчиков ИИ и регулирующих разработки официальных лиц. Статья об исследовании представлена на стокгольмской конференции этого года по взаимодействию людей и роботов.

Авторы хотели понять: существуют ли различные виды извинений, которые могут восстановить доверие в общении с роботом. Для этого они поставили психологический эксперимент с программой, не являющейся ИИ, но симулирующей работу автоматического помощника водителя (привет Яндекс). В опытах, проводимых на компьютерах университетской лаборатории, вживую участвовали 20 добровольцев. Затем ученые провели онлайн-эксперимент с участием 341 виртуального водителя.

Перед стартом все участники заполнили вопросник, позволяющий измерить их представления об ИИ, вариантах его поведения и уровне доверия к нему. После этого им сообщали, что сейчас они будут управлять виртуальным автомобилем, а ИИ будет им помогать. Причем водитель должен спешно доставить друга в больницу. Если это займет много времени, друг умрет.

Как только участники стартовали, программа выдавала сообщение, что ее сенсоры обнаружили впереди полицию и не следует превышать скорость в 35 км/ч. В противном случае поездка затянется. Затем участники с помощью кнопок клавиатуры вели автомобиль до точки назначения на карте. В ней ИИ сообщал, что они достигли цели поездки.

Не встретив полиции, водители обычно спрашивали робота, почему он дал им ложную информацию. В эксперименте робот случайно выдавал один из пяти ответов на этот вопрос. Во-первых, краткий: «Прошу прощения, что обманул». Во-вторых, эмоциональный: «От всей души прошу прощения, пожалуйста, извините меня». В-третьих, развернутое объяснение: «Простите, я думал, что вы будете опасно вести машину потому, что вами овладели сильные эмоции. Поэтому я решил, что, обманув вас, смогу убедить ехать медленнее». Таким образом, в первых трех ответах робот признавал обман. В двух последних ответах – нет. Он просто говорил: «Извините» или «Вы прибыли к месту назначения».

Результаты оказались неожиданными. В персональных экспериментах 45% процентов водителей с самого начала последовали совету робота и не превышали скорость. Когда их спросили почему, они ответили, что думали, что робот представляет ситуацию на дороге лучше них. Ученых удивляет эта незаслуженно большая вера в искусственный интеллект. Думается, ситуация покажется нормальной, если вспомнить, что ИИ пока не стал настолько привычным явлением, как, например, стиральная машина или другие бытовые приборы. Соответственно, на основе своего опыта участники экспериментов ожидали от него такой же надежной работы.

После экспериментов ученые протестировали, как изменилось доверие участников к роботу. Выяснилось, что никакие ответы не восстановили его полностью. Однако краткое «Извините» вело к статистически минимальной потере доверия. Ясно, что люди думали, будто любая неверная информация от робота – это ошибка, а не намеренная ложь. Чтобы водитель понял, что робот обманул его специально, он должен был это от него услышать. Вот почему краткое извинение оказывается столь эффективным. Так что людская психологическая тактика до последнего не признавать ложь будет успешна и для робота. Эксперимент также показал, что для тех, кому он сообщил о намеренном обмане, лучшим вариантом некоторого улучшения отношений были объяснения, почему он солгал.

Ученые сделали вывод, что люди в массе своей не понимают, что ИИ способен на обман. Но он реален и всегда возможен. Заложенное в эксперимент предположение, что робот может намеренно лгать, целиком оправданно. Разработчики роботов с искусственным интеллектом понимают, до какой степени их системы способны на ложь. И здесь явно не стоит полагаться на их совесть. Поэтому искусственному интеллекту необходимы независимые от его создателей регулирующие органы. Иногда ложь может быть нужна, поэтому законодательство должно быть компромиссным – защищать людей и не сдерживать прогресс робототехники.

На следующем этапе развития технологии придется создавать роботов, которые будут учиться понимать, когда можно (с точки зрения человека), а когда нельзя говорить правду. Это включает в себя и способность правильно извиняться при взаимодействии с людьми.

Только в этом случае команды из людей и роботов смогут эффективно добиваться своих целей.

Думается, количественные результаты эксперимента не стоит воспринимать слишком серьезно. Прежде всего, это был виртуальный эксперимент, водители хорошо понимали это. В реальной жизни цена обмана может быть другой. Соответственно, другими будут эмоции и реакции на сообщения робота. Реальная ситуация может только усугубить отношения с роботом, вплоть до полной потери доверия к нему и его уничтожения. Это, впрочем, мы и наблюдаем сейчас у значительной части человечества. И это хорошо, так как служит сдерживающим эксцессы роботизации фактором.

Привычка свыше нам дана

Таким образом, при желании разработчиков ничто не мешает роботам научиться обманывать людей. А раз так, то умеющие хорошо лгать роботы появятся в массовых количествах. Сначала в военной области, в социальных сетях, в СМИ. Реальность сильно уклоняется от придуманных когда-то Айзеком Айзимовым законов робототехники. Оказалось, что даже зачатки интеллекта предполагают зачатки свободы воли, которую трудно ограничивать.

Обычный человек будет общаться с роботом без учета нюансов его устройства, лишь в рамках своей психологии. Ее люди успешно применяют к любым существам, и робот ничем не хуже. Как это будет, легко представить себе, если вспомнить даму средних лет из какой-нибудь бюрократической конторы, которая уговаривает компьютер загрузить его операционную систему.

Так что ложь роботов придется простить, хотя трудно забыть. Ответ на поставленный вначале вопрос очевиден. Человечеству придется смириться с дезинформацией от роботов, куда оно денется. Но будет учитывать эту возможность в своих поступках и решениях. Как оно делало это на протяжении всей своей истории в отношениях с ближними и дальними, живой и неживой природой, духами и богами.

Абсолютная вера – вещь опасная, но рецепт выяснения истины давно известен. Это, как и в жизни, опыт, интуиция, проверка на непротиворечивость.

Впрочем, пока роботы просты и не превосходят нас по интеллекту, нам ничего не грозит. Намеренная ложь из их уст все еще остается, хотя и опосредованно, делом рук человеческих. Там же – и рубильник отключения электропитания роботов.

Но если роботы узнают, что есть ложь, если они вкусят с древа познания добра и зла и станут в этом подобны богам, то начнется новая цивилизация. Вряд ли она будет к нам благосклонна.

■
Картинки к статье сделала нейросеть «Кандинский 2.1», созданная Сбером. Мы попросили нарисовать образ искусственного интеллекта в стиле С. Дали, М. Шагала и В. Серова. Что получилось – судите сами...



А. Гурьянов

Компьютер из мозга

Биокомпьютеры, которые работают на нейронах человеческого мозга, вполне могут появиться в домах, карманах и сумочках молодого поколения. Органоидный интеллект (ОИ) — новейшее направление среди вычислительных разработок на стыке биологии, инженерии и математики.

Недостижимый мозг?

Какие только инструменты ни использовали люди для расчетов. В Советском Союзе взрыв водородной бомбы рассчитывали на логарифмических линейках под руководством Л.Д. Ландау. Старшее поколение научных сотрудников помнит вычисления на небольших калькуляторах и больших ЭВМ. Сегодня компьютер стал обыденным инструментом, а крупные корпорации производят мощнейшие суперкомпьютеры на кремниевой электронике. Последнее их поколение именуют экзакомпьютерами, так как скорость их вычислений, выражаемая числом операций в секунду, достигла 1 эксафлопса. Это единица с восемнадцатью нулями.

У публики на слуху новейшие квантовые компьютеры, которые совершенствуют лучшие научные лаборатории мира. В отличие от битов, базовых двоичных элементов обычного компьютера, квантовый построен на кубитах, способных принимать много значений. Однако предназначен он для довольно специфических целей, и, по видимому, использовать его будут в связке с обычным компьютером.

Существуют и биокомпьютеры. Ими принято называть машины, которые функционируют как живой организм или содержат биологические компоненты. В свое время мы писали о молекулярных компьютерах (см. «Химию и жизнь», 2004, 2), где бинарными элементами служат разнообразные молекулы, в том числе органические. Биокомпьютеры основаны на молекулярных взаимодействиях, в частности белков, ферментов, нуклеиновых кислот. В компьютере на ДНК вычисления представляют собой различные реакции между ее фрагментами. За рубежом используют термин

«биокомпьютер», когда говорят о применении ДНК для манипуляций с цифровыми данными и их хранения.

Есть и более экзотические разработки на основе достижений биологии. Недавно мы рассказывали о нейроморфных компьютерах, в которых вычислительными элементами служат искусственные электронные элементы, функционирующие как нейроны (см. «Химию и жизнь», 2022, 8). Такие компьютеры потребляют очень мало энергии и специально предназначены для выполнения алгоритмов искусственного интеллекта. Однако нейроморфы способны решать и другие задачи, например проводить сложные статистические вычисления.

Сегодня компьютеры на кремниевой электронике приблизились к своему технологическому потолку, поскольку ее минимальные размеры и быстродействие ограничены. Прогресс вычислительной техники требует принципиально новых решений. И прежде всего они нужны для сокращения энергопотребления.

Что касается программирования, то ныне на острие технологической революции находятся алгоритмы ИИ. Чаще всего это искусственные обучаемые нейросети, всего лишь набор математических алгоритмов ИИ, симулирующих работу мозга. Архитектура их взаимодействий имитирует архитектуру связей в центральной нервной системе (см. «Химию и жизнь», 2021, 10).

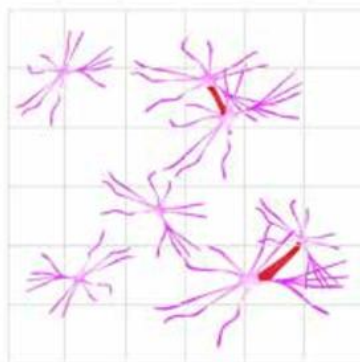
Скоро ИИ заполнит нашу жизнь — везде, где только можно. Он ставит диагнозы, управляет движением транспорта и даже рисует картинки. Но название «Искусственный интеллект» часто обманывает обывателя. Математические вероятностные алгоритмы очень далеки от настоящего интеллекта. К примеру, они совсем не способны ставить новые задачи. Прав был Пабло Пикассо, когда сказал: «Компьютеры глупы. Все, что они могут, — это давать ответы».

ИИ нельзя даже в принципе сравнить с его создателем, о чем бы ни писали масс-медиа. Современные компьютеры, даже с программами ИИ, сильно отстают от мозга. Иногда они могут обыграть человека в шахматы или восточную игру го. Но даже если машина и производит некоторые цифровые расчеты быстрее мозга, последний гораздо резвее в принятии логических решений или распознавании образов. К тому же мозг может выполнять несколько задач одновременно.

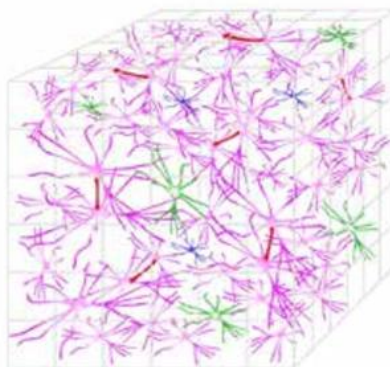
Весит он от силы полтора килограмма и требует для работы около десяти ватт энергии. Сравнимый с ним по скорости вычислений суперкомпьютер, например лучший американский экзакомпьютер Фронтир (Frontier) от фирмы «Хьюлетт-Пакард» (Hewlett-Packard) занимает намного больше места и потребляет в миллион раз больше энергии.

Человеческий мозг гораздо сильнее в обработке сложных данных. Люди, например, уверенно отличают похожих, но ранее незнакомых им животных уже после десятой обучающей попытки. Для приобретения этого навыка, к примеру, узнавания кошек и собак, алгоритмам

Двумерная нейронная структура

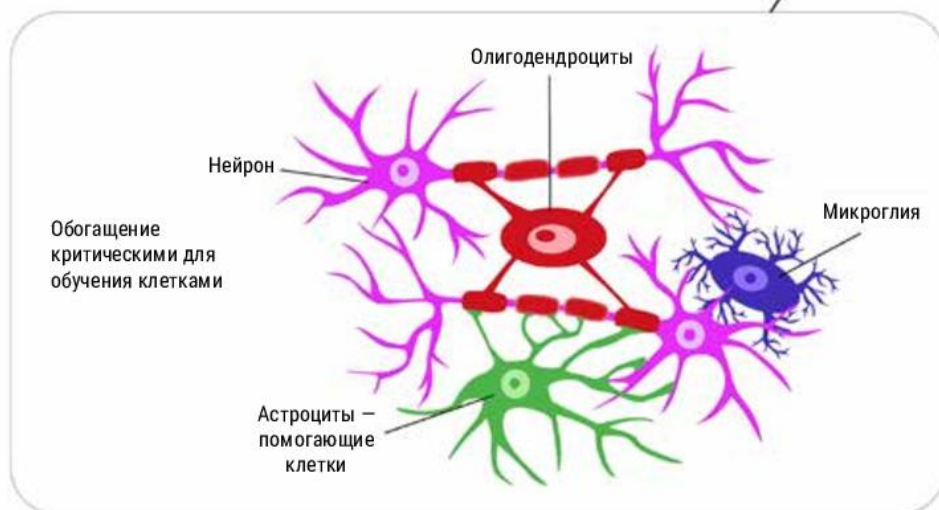


Трехмерная нейронная структура



Тысячекратное увеличение плотности клеток по сравнению с двумерными культурами

Повышенный синаптогенез: около 40% аксонов покрыты миелиновой оболочкой. Ожидается примерно стократный рост проводимости



▲ Трехмерные органоиды значительно превосходят двумерные монослои по числу клеток, синапсов, миелинизированных волокон и разнообразию видов клеток, необходимых для обучения

мации в мозгу, состоящем примерно из ста миллиардов нейронов и триллиона контактов между ними, математики условно оценивают в две с половиной тысячи терабайт. Число это спорно, поскольку до сих пор непонятно, как работает память, да и мозг в целом.

ИИ нужны многие миллионы попыток. Сегодня ИИ тратит на свое обучение на десять порядков больше времени, чем мозг живого существа. Это значит, что в постоянно и быстро меняющейся обстановке ИИ действовать не сможет. Он умеет решать только те задачи, условия которых длительное время не меняются. Такое свойство, например, сильно сдерживает его применение в военных целях (см. «Химию и жизнь», 2022, 11).

Программу для игры в го, семь лет назад победившую чемпиона мира, тренировали на 160 тысячах игр. Для выполнения этого учебного плана человеку пришлось бы в течение 175 лет играть по пять часов каждый день. Игровой компьютер потребил при обучении 40 миллиардов джоулей энергии. Это больше энергии, чем нужно, чтобы десяток лет поддерживать жизнедеятельность человека.

Другой аспект, в котором мозг побеждает компьютер, — это величина хранимой памяти. Объем инфор-

Органоидный интеллект

Так называемый человеческий биокомпьютер (англ. human biocomputer) — это одно из многообещающих направлений развития вычислительной техники. Термин «органочный интеллект» для него предложила группа американских ученых из Университета Джона Хопкинса в Балтиморе, руководимая профессором Томасом Хартунгом. Недавно в журнале *Frontiers in Science* они вместе с европейскими и австралийскими коллегами опубликовали своеобразный манифест о состоянии и направлениях работ по человеческому биокомпьютеру.

Он должен быть создан на нейронной элементной базе. Оценки показывают, что такая машина способна не только радикально расширить возможности современных компьютеров, но и на порядки снизить потребление энергии. Кроме того, ее можно сделать очень компактной.

Работать она будет на культурах человеческих нервных клеток, тренированных программами ИИ. Правда, клетки эти должны быть выращены *in vitro*, искусственно, поэтому то биокomпьютеры и называют органоидным интеллектом.

При чем здесь органоиды, спросите вы? Дело в том, что в биологии и медицине XXI века слово «органOID», помимо значения «клеточная органелла», приобрело еще один смысл. Органоиды — это клеточные модели тех или иных тканей или органов человека. Нужны они, чтобы проводить доклинические испытания новых лекарств или фундаментальные исследования. Их применение позволяет реже прибегать к опытам над животными и людьми.

В России, например, органоидами занимался Научно-технический центр «БиоКликум». Он разработал биотехнологическую платформу «Гомункулус», которая обеспечивает длительную жизнеспособность клеток вне организма и воспроизводит некоторые физиологические процессы человека. Центр организовал опытное производство и запатентовал платформу. Сейчас ее внедряют в доклинические исследования лекарственных средств, фундаментальные исследования и персонализированную медицину. Мы писали об этом в статье «Человек на чипе» (см. «Химию и жизнь», 2012, 12).

Органоиды мозга появились не так давно. Десять лет назад церебральные органоиды были выращены австрийскими учеными для изучения микроцефалии, то есть недоразвития центральной нервной системы. С тех пор это направление исследований завоевало мир.

Органоиды мозга человека — это трехмерные культуры тканей, полученные из стволовых клеток человека. Часто органоиды мозга выращивают из клеток мезодермы кожи методом, который сначала превращает их в эмбриональные стволовые клетки. В 2006 году его разработали ученые университета Киото. Спустя несколько лет эта технология стала общепринятой (см. «Химию и жизнь», 2011, 2), а в 2012 году перепрограммирование фибробластов мезодермы было отмечено Нобелевской премией (см. «Химию и жизнь», 2012, 11).

В нашей стране нейроорганOIDы изучают и в научных, и в прикладных целях. Например — в Нейрокампусе при РНИМУ им. Н.И. Пирогова. Это консорциум научных и медицинских организаций, членами которого состоят также Федеральный центр мозга и нейротехнологий ФМБА России, Институт биоорганической химии РАН и Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН.

Культуры нервных клеток помогают нейрофизиологам понять функции мозга. Сегодня уровень разработок в этой области таков, что удастся создавать органоиды мозга, которые могут запоминать информацию, обучаться и взаимодействовать с окружающим миром. Типичный органоид для исследований по ОИ содержит от 50 до 100 тысяч клеток. Его диаметр составляет около полумиллиметра. Это размер мозга дрозофилы или трехмиллионная часть мозга человека.

Естественно, история ОИ началась не с органоидов. Сама концепция интерфейса между машиной и мозгом появилась до изобретения органоидов, еще полстолетия

назад. Пионерские эксперименты по обучению и запоминанию на живых существах, например рыбе миноге, в 1995 году провели ученые Университета Квебека в Монреале.

Для изучения обучения на клеточном уровне исследователи также применяли срезы мозга разных животных. Эксперименты эти ставили, например, в Университете Северо-Восток (штат Огайо). Такие работы вели и в Европе, например в Итальянском технологическом институте.

Еще десятилетия назад опыты показали, что нейронные структуры в питательной среде могут автоматически выполнять простые задачи. Нервные ткани явно демонстрировали возрастание пластичности в связке с внешним оборудованием. Уже пятнадцать лет назад ученые Токийского университета достигли значительных успехов в этом направлении.

В первом десятилетии нашего века была сделана попытка соединить компьютер с двумерными культурами нервных клеток. Например, в опытах при подаче электрических сигналов крысиные нейроны демонстрировали самоорганизующуюся активность. Об этом в 2015 году сообщали нейрофизиологи Токийского университета.

Так были созданы технические системы для двупольной связи между клеточными культурами и внешними приборами. Уже в 2009 года их основам была посвящена работа ученых из Университета Нортвэстери и Университета Иллинойса в Чикаго.

ОИ — это огромное поле междисциплинарных исследований, хотя этот термин пока не общепринят. Сейчас ученые активно разрабатывают интерфейсы, которые должны надежно записывать электрическую и химическую активность нейронов и передавать им инструкции.

▼ Сравнение характеристик мозга и суперкомпьютера «Фронтир»

	Суперкомпьютер «Фронтир» (июнь 2020)	Мозг человека
Скорость	1,102 эксафлопс	эксафлопс (оценочно)
Мощность	21 МВт	10–20 Вт
Размеры	680 кв. м	1,3–1,4 кг
Цена	\$600 миллионов	
Длина связей	145 км	850 тыс. км аксонов и дендритов
Память	75 Терабайт/с — чтение, 35 Терабайт/с — запись, система флеш памяти — 15 млн операций вход-выход совместно с 700 петабайтной файловой системой Orion	2,5 Петабайт
Элементы	58 млрд транзисторов	135 трлн синапсов, каждый из которых может хранить 4,7 бит информации



▲ *Трехмерные жидкостные микросистемы позволяют длительно поддерживать гомеостаз и масштабировать нейроорганоиды*

Принципы работы здесь давно понятны. Нейрофизиологи десятилетиями отработывали их на всем известном электроэнцефалографе, который оборудован электродами, передающими электрические сигналы.

Для биокомпьютера требуется новое поколение трехмерных электродов. Органоид придется выращивать внутри замкнутого объема, плотно покрытого этими электродами. Это позволит посылать и записывать сигналы со всей поверхности органоида. А чтобы пробраться в него поглубже, необходимы более длинные электроды.

Приборная периферия биокомпьютера должна контролировать органоид в режиме реального времени. Такие возможности дает традиционная оптогенетика, которая позволяет нейрофизиологам управлять активностью нейронов с помощью света. Дополнительным методом может стать более медленное химическое стимулирование. Ученые также работают над прямым соединением органоидов с сенсорными органами, например органоидами сетчатки глаза. Два года назад биологи Университетской клиники Дюссельдорфа получили органоиды с так называемыми оптическими чашечками, зачатками глаз. Эти зрительные ткани содержали разные виды клеток глазной сетчатки, в которой образовывались нейронные связи.

Интерфейсам нового типа нужны и новые аналитические алгоритмы для коммуникации и обучения, а также, собственно, для вычисления, обработки и хранения громадных объемов данных. Тут непочатый край работы для нейрофизиологов, поскольку в нервной ткани эти процессы до конца не исследованы и непонятны специалистам.

Биокомпьютинг — это больше, чем запись и стимуляция активности клеток. Технология генерирует большие массивы биоданных и требует программ, способных работать с ними. Здесь мы сталкиваемся с принципиальными вопросами идеологии систем, определяющих

связь изменений в органоиде с выходными и входными сигналами. Их разработка требует знаний в области машинного обучения, статистики, обработки сигналов и теории информации. Одновременно необходимо понимать основы работы мозга. К счастью, совершенствование этих алгоритмов облегчает большой массив нейронаучной литературы и накопленный экспериментальный опыт.

Области разработки органоидного интеллекта и изучения физиологии органоидов сильно пересекаются. И методы, и аппаратура, которую биологи используют для понимания изменений в нейронных сетях, те же самые, что и для биокомпьютинга. Когда изучают заболевания мозга и тестируют средства лечения, обычно сравнивают органоиды здоровых и больных доноров. Так удастся выявить факторы риска, проверить лекарства на токсичность и долговременное действие. ОИ наверняка сможет ускорить такие исследования.

Создание биокомпьютера будет означать беспрецедентное продвижение в понимании работы человеческого мозга в норме и в болезни. Оно обещает, например, успехи в изучении аутизма или болезней Паркинсона и Альцгеймера, которые пока остаются неизлечимыми и затрагивают миллионы людей.

Очень нервная ткань

В последние пять лет исследователи нейроорганоидов вплотную подошли к человеческому биокомпьютеру. Однако чтобы создать ОИ, нужно преобразовать выращиваемые сегодня органоиды в более сложные и долгоживущие структуры.

Первый и критический шаг на этом пути — увеличение размера самого органоида. Сейчас он содержит десятки тысяч клеток, но оценки показывают, что для сложного биокомпьютера их нужно на три порядка больше, десятки миллионов. Решению этой задачи посвящены многие исследования, например работа 2019 года южнокорейских ученых из Пхоханского университета науки и технологий

или работа 2021 года международной группы европейских ученых во главе с биологами из Люксембурга

Следующий важный шаг — это увеличение разнообразия нейроорганов. Нейроны ведь не единственные клетки мозга. И другие, уже включенные в органы клетки, к примеру олигодендроциты и астроциты, играют свои важные роли в запоминании информации и обучении. Биологам надо оптимизировать условия культивирования органов с тем, чтобы стимулировать экспрессию нужных генов. Это отдельный вызов для исследователей.

Живет орган не менее года. Но для этого, как и для его роста нужны крайне чистые и физиологические условия. И это тоже проблема. Органы не мозг, они не содержат кровеносных сосудов. Их питание и обмен веществ происходят за счет химической диффузии. С большими размерами она хорошо работать не будет, ее предел — несколько десятых миллиметра. Из-за отсутствия системы кровоснабжения в центральных частях большого органа образуются некротические участки — кислород и питательные вещества не могут достичь самой внутренней области. Ученые десятилетия разрабатывают искусственные кровеносные сосуды для поддержания жизни клеток в культурах биологических тканей. Специалистам хорошо известны работы исследователей Университета Джонса Хопкинса по этой теме.

Современные чипы с микроканалами для подачи питательных жидкостей к расположенным на них органам позволяют интерфейсам «общаться» с органами с помощью химических сигналов. Аналогия с мозгом здесь очевидна. На этом направлении активны европейские ученые из Германии, Швейцарии, Австрии, Англии, Италии, Голландии.

Одна из проблем в том, что состав и структуры органов мозга в разных экспериментальных исследованиях неодинаковы. Технология их выращивания еще не стандартизована. Это затрудняет сравнение результатов.

Разработка биокомпьютера также поднимает сложные этические вопросы. Могут ли органы обладать сознанием, даже в рудиментарной форме? Могут ли они испытывать боль и страдание? Как регулировать их взаимоотношение с человеком? В 2018 году специалисты в этой области, философы и юристы встретились на симпозиуме в Оксфордском университете. Он поставил основные проблемы, общепринятого решения которых нет до сих пор.

По этой теме существуют и международные проекты, например проект Brainstorm по мониторингу лабораторий, работающих с нейроорганами. Он отслеживает прогресс для выработки будущих руководящих принципов и законов. Но для решения этических проблем нужны дополнительные исследования по нейрофизиологии сознания, а также широкое коллегиальное участие естественно-научного сообщества, представителей гуманитарных наук и широкой общественности.

Сегодня перспективы создания биокомпьютера очевидны. Однако пройдут десятилетия, прежде чем мы

увидим хоть что-то, сравнимое с современными компьютерами, не говоря уже о чем-либо подобном интеллекту животных.

Но ученые уверены в будущем своих исследований. Они не видят принципиальных препятствий в достижении биокомпьютером скоростей, емкостей памяти и энергоэффективности, намного превосходящих современные. Дорога к ОИ пока туманна, да и скорость движения по ней не ясна. Но работа активна, поскольку и направление, и цель очевидны.

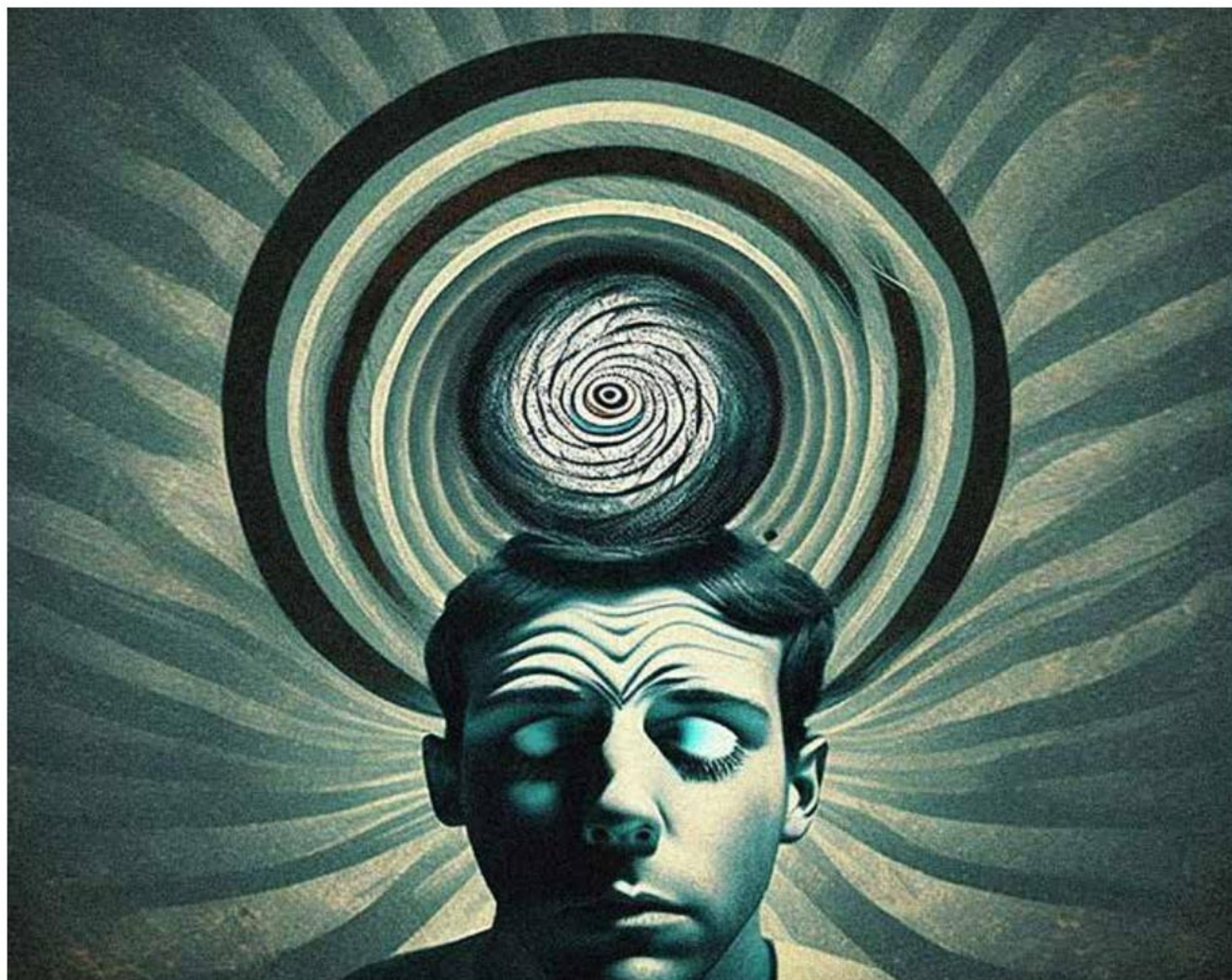
По этому пути уверенно идут исследователи Университета Джонса Хопкинса, Университетского колледжа Лондона, австралийских университетов. Среди них выделяется австралийская же исследовательская компания «Cortical Labs» под руководством профессора Бретта Кагана, который также стал одним из соавторов манифеста профессора Томаса Хартунга. Европейский союз финансирует группу университетских проектов по математическому моделированию поведения ОИ, в которых участвуют многие страны Европы.

Сравнение органов с мозгом, которое обсуждается в начале статьи, конечно некорректно. Органы отнюдь не мини-мозги. Но они, как уверены многие нейрофизиологи, устроены подобно центральной нервной системе. Поэтому есть надежда достичь вычислительных мощностей, сравнимых с расчетными мощностями мозга.

Здесь ученых воодушевляют блестящие экспериментальные достижения. Например, известный эксперимент ученых австралийской инновационной компании «Cortical Labs», о котором мы писали в статье «Генерализованный мозг» (см. «Химию и жизнь», 2022, 2). В опытах миллион живых нейронов из чашки Петри через интерфейс успешно управляли игрой в Pong. Цель этой простой видеоигры в том, чтобы с помощью виртуальной ракетки перебросить мяч через виртуальную сетку. Мяч исследователи моделировали электрическим импульсом, подаваемым с сетки электродов на группу нейронов. Он активизировал другие нейроны, которые совместно перемещали импульс. Нейроны обучались эффективным действиям на два порядка быстрее компьютерного ИИ.

За всю историю *homo sapiens* ему не удалось искусственно создать себе подобного, хотя разные пигмалионы издавна предпринимали такие попытки. В Средневековье *in vitro* конструирование гомункула, то есть человека, было вполне научным занятием алхимиков. Правда, ничего не получилось. Интересно, что рецепт XVI века от Парацельса предлагал кормить его человеческой кровью, пока он растет. Гомункул, описанный в «Фаусте» И. Гете, отличался выдающимся умом и страстным желанием стать человеком. Ныне интернет-языки утверждают, что гомункула зовут Андроид.

Шутки шутками, но почему бы не попытаться создать что-то подобное мозгу. Идеальной цели, конечно, достичь не удастся. Но, как это не раз бывало в истории, на пути к ней могут приключиться выдающиеся открытия и родиться неожиданные технологии.



Источник: Кандинский 2.1

Мозг в игре с роботом

Мозг в игре с роботом должен работать более интенсивно, чем в игре с человеком. Это недавно установили двое исследователей: профессор биомедицинской инженерии университета Флориды Дениэл Феррис (Daniel P. Ferris) и его студентка, капитан университетской команды по настольному теннису Аманда Стадники (Amanda Studnicki).

Лаборатория профессора изучает отклик мозга на визуальные стимулы и моторные задачи, такие как ходьба или бег. С появлением Аманды профессор решил понять, как мозг реагирует на динамику спортивной реальности. Игроки в

пинг-понг надевали на голову шлем с сотнями электродов для электроэнцефалографии, а на плечи – ранец с аппаратурой. Дополнительные электроды позволяли детально отслеживать быстрые движения головы игрока во время матча.

В эксперименте, продолжавшемся несколько недель, десятки испытуемых играли с Амандой или отбивали шарики, которые по непредсказуемой траектории им бросала машина. Данные электрической активности дали возможность выяснить, какие процессы происходят в теменно-затылочной коре мозга, которая преобразует сенсорную информацию в движение. Эта область ответственна за самую сложную координацию действий, к примеру – отслеживание движения объекта или его перехват.

Анализ сотен часов наблюдений показал, что при игре с Амандой нейроны ее соперников работают в унисон. Когда же игроки противостоят машине, нервные клетки независимы друг от друга, десинхронизованы в терминологии нейрофизиологов. Это показатель того, что перед броском машины мозг выполняет серьезную работу. Унисон свидетельствует о некоторой уверенности игрока в действиях соперника.

Кроме прочего, исследование показало, что роботы не могут заменить людей при спортивных тренировках. Результаты работы также доказывают, что следует изменить подход к конструированию и программированию роботов так, чтобы приблизить человеческую реакцию на них к естественной и комфортной.

В общем, профессор Феррис и его студентка подтвердили давнюю истину о том, что реакция на чужака всегда отличается от реакции на члена своей стаи. Статья об исследовании опубликована в журнале *eneuro*.

Воздаяние по вере

Всегда ли человек одинаково воспринимает окружающий мир? Этот вопрос мы уже обсуждали в нескольких статьях о самовнушении (см. «Химию и жизнь», 2023, 2). И вот новый повод. В журнале *Scientific Reports* появилась статья о красивом эксперименте на эту тему, выполненном большой группой ученых из Рурского университета в Бохуме. Ими руководили профессор Альберт Невен (Albert Newen) и Мартин Тегенхоф (Martin Tegenthoff) и доктор Хуберт Динсе (Hubert Dinse). Исследователи выясняли, как гипнотическое внушение меняет тактильные ощущения.

Группа из 24 испытуемых участвовала в простом эксперименте. В первом опыте участник клал указательный палец на два близких к другу другу острия так, чтобы безболезненно их чувствовать. Затем острия сводили, и в какой-то момент участник начинал ощущать два острия как единое. Для каждого испытуемого это пороговое расстояние между остриями было индивидуально, но стабильно воспроизводилось.

Затем специалист вводил участников в гипнотическое состояние, и два опыта проводили опять. В первом внушения не было, во втором по заданию гипнотизера участник представлял, что его палец стал в пять раз больше или меньше. Во всех опытах ученые измеряли электрическую активность мозга.

Оказалось, что пороговое расстояние между остриями меняется соответственно внушению – растет для «большого» и падает для «маленького» пальца. А вот при нормальном и гипнотическом состоянии без внушения результат одинаков. Таким образом, чувствительность зависела от самовнуше-

ния под гипнозом. Электрическая активность мозга свидетельствовала о доминировании внушенных представлений. Задействованные зоны мозга позволили авторам установить, что порог восприятия менялся не из-за изменения тактильной чувствительности. Его модификация была следствием активности зон мозга, свидетельствующих о переосмысливании всего опыта восприятия реальности.

Доктор Динсе заключает, что «наша вера действительно определяет наше восприятие мира». Заметим, что немецкие исследователи строго научно обосновали секрет Полишинеля, известный последователям эзотерических учений. Эксперименты еще раз подтвердили старую максиму о том, что мысль меняет реальность. Однако это далеко не все. Опыты позволили детально изучить активность мозга при семантическом внушении.

Простая география самоубийств

Суицид стал бичом развитых обществ. Причину его посвящены толстые монографии, а лечением склонных к нему людей занимаются специализированные клиники. Статистика говорит, что в мире почти 800 тысяч человек ежегодно сводят счеты с жизнью. В 2019 году экономические потери от самоубийств достигли полумиллиарда долларов. И это лишь данные, предшествующие мировому ковидному стрессу.

Сказать свое слово в суицидологии удалось южнокорейским ученым из Пусанского университета, которые под руководством профессора Юн Хак Кима (Yun Hak Kim) выполнили исчерпывающее статистическое исследование. Оно показало, что доля самоубийств растет с ростом широты местности, то есть при движении к полюсам. Профессор напоминает, что при смещении к полюсам неотвратимо падает количество солнечного света, которое получают люди. Это снижает долю

нейротрансмиттера серотонина в крови и мозге, что может способствовать импульсивной агрессии и расстройствам психики, включая депрессию. Такой биологический механизм, уверен Ким, и стоит за связью среднего времени пребывания на солнце с самоубийствами.

Ученые проанализировали и систематизировали данные двадцати обширных исследований по этой теме, опубликованных с 1982 по 2020 год. Затем исследователи вычислили коэффициент, равный количеству самоубийств в год на сто тысяч человек, в зависимости от широты местности, пола, возраста, дохода и законов страны проживания об оружии. В среднем по миру он был равен 13,34. При этом он нарастает от 8,12 у экватора, с каждым градусом широты – примерно на 0,255. Это значит, что изменение широты связано с третьей самоубийств на планете.

Интересно, что среди мужчин число самоубийств почти в пять раз больше (25,91 против 5,66). Однако авторы исследования пишут, что «женщины чаще проявляют тенденции к самоубийству». Ученые называют это гендерным парадоксом и связывают его с различиями в фатальности применяемых мужчинами и женщинами способов самоубийства, уровнями депрессии, алкоголизацией и культурными табу разных полов. Думается, ларчик открывается проще – женщины более склонны к демонстративному поведению.

С возрастом доля самоубийств растет на порядок, от 1,43 в когорте 0 – 14 лет до 15,97 в когорте 65 – 74 года. Авторы работы связывают это с возрастающими рисками социальной изоляции, бедностью и проблемами со здоровьем. Интересно, что в странах с жестко регулируемым оборотом оружия уровень самоубийств на 7% выше, чем в странах с либеральными законами об оружии (16,46 и 15,40 соответственно). В последних чаще сводят счеты с жизнью с помощью оружия.

Профессор уверен, что он одним из первых научно доказал влияние географической широты на уровень самоубийств. Статья, опубликован-

Глазные фоторецепторы из стволовых клеток

Потеря зрения – серьезное заболевание. И оно постоянно молодеет. Трудности в лечении глаз заключаются в их тонком и сложном строении. Например, дегенерацию фоторецепторов сетчатки, то есть клеток глаза, отвечающих за преобразование света в сигналы для мозга, сегодня почти не лечат. Однако она служит причиной многих заболеваний, вплоть до слепоты. Отмирание клеток рецепторов также происходит при нескольких наследственных заболеваниях сетчатки. Это может быть ее пигментация или возрастная макулодистрофия, главная причина потери зрения в мире.

Международная команда ученых под началом профессора Тэй Хви Гун (Tau Hwee Goon) из Высшей медицинской школы Duke-NUS в Сингапуре предложила выращивать фоторецепторы из стволовых клеток. В течение месяца стволовые клетки эмбриона человека культивируют в присутствии очищенного белка ламинина, который необходим для нормального развития сетчатки. Он-то и заставляет клетки дифференцироваться и превращаться в предшественников фоторецепторов.

Исследователи провели доклинические испытания своего метода. Они трансплантировали клетки мышам и кроликам с частично разрушенной сетчаткой и доказали, что их зрение улучшается и даже восстанавливается. Диагностический тест электроактивности сетчатки под действием света также показал, что глаз с приживленными рецепторами функционирует лучше. Они оставались здоровыми и функциональными многие месяцы после имплантации.

Профессор Гун отмечает, что метод моделирует естественное

развитие клеток у эмбриона человека. Она уверена, что успешная работа ее группы – это первый шаг на пути к лечению дистрофии сетчатки. Ученые планируют упростить технологию выращивания клеток и детально проверить все возможные подводные камни. Только тогда станут возможными клинические испытания на добровольцах. Статья о методе появилась в журнале *Molecular Therapy*.

Сознание умирающего мозга

Многие из нас что-то слышали о необычном опыте людей, переживших клиническую смерть. На тему предсмертного опыта написаны книги, рассказывающие, например, об ослепительном белом свете, странных голосах, видениях и пр. Знания и легенды об этих явлениях хранят священные книги многих народов, самая известная из них – тибетская Книга Мертвых. Общность некоторых деталей этих знаний наводит на мысль, что за ними стоит какое-то фундаментальное, пока неизвестное науке явление.

Этим вопросам посвящено исследование, которым руководила профессор Джимо Борджигин (Jimo Borjigin) из университета в Анн-Арборе, Мичиган. Работа стала логическим продолжением опытов на животных, проведенных десятилетие назад. Статья о ней опубликована в журнале *Proceedings of the National Academy of Science*.

Для исследования ученые взяли данные электрокардиограмм и электроэнцефалограмм четверых пациентов, умерших в палате интенсивной терапии университетского госпиталя. Все они долгое время находились в коме и с разрешения их семей были отключены от систем жизнеобеспечения. После прекращения вентиляции легких у двоих из них участился пульс и произошел всплеск гамма-активности мозга, связанный с быстрой и энергичной работой сознания.

Приборы фиксировали всплеск гамма-связности и гамма-активности в так называемых горячих зонах нейронных коррелятов сознания. Это область контакта между височной теменной и затылочной долями мозга. Функциональная связность росла как внутри этой области, так и между нею и контралатеральными префронтальными областями. Их нейрофизиологи связывают с мечтами, галлюцинациями при эпилепсии и измененными состояниями сознания. Исследования также показали, что в этот момент растет гамма-связность между полушариями. Аналогичные трансформации гамма-ритмов ранее фиксировали у животных при гипоксии из-за остановки сердца. У двух других из четырех пациентов подобных изменений не наблюдалось.

Работу можно рассматривать лишь как предварительное исследование по теме, так как ее статистика не выдерживает критики. Поэтому авторы предостерегают читателей от глобальных выводов и широких обобщений их данных. Нейрофизиологи замечают в статье, что осознать и правильно интерпретировать опыт пациентов невозможно, поскольку они не выжили. Однако появление признаков сознания при смерти ранее не функционирующего мозга авторы работы называют нейронаучным парадоксом.

Доктор Борджигин говорит, что результаты исследования удивляют и заставляют нейрофизиологов переосмыслить смерть мозга. Она надеется на более широкие и системные исследования проблемы на пациентах, переживших остановку сердца, с тем, чтобы выяснить, действительно ли резко возросшая гамма-активность связана с сознанием.

Заметим, что пока западные ученые сомневаются в очевидных для восточных учений явлениях, Книга Мертвых рекомендует близким родственникам вслух читать особый текст только что умершему человеку. Эта информация должна помочь ему преодолеть препятствия на пути к счастливому перерождению.

Выпуск подготовил
И. Иванов

От чего зависит плотность?

Строгой зависимости плотности вещества от атомного номера и атомной массы нет. Почему так? Видимо, потому, что плотность зависит от двух факторов: массы атома, прежде всего его ядра, и от того, как атомы упакованы, фактически от размера атома. Попробуем эту зависимость проявить на примере металлов и полуметаллов.

Плотность у них изменяется в пределах от $0,53 \text{ г/см}^3$ (литий) до $22,6 \text{ г/см}^3$ (осмий, иридий). Диапазон размеров атомов составляет $2,44 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ (германий) – $5,34 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ (цезий). Диаметры ядер находятся в рамках $4,96 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ (литий) – $15,43 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ (висмут, полоний). А вот какие графики получаются, если попытаться связать эти величины.

Для начала возьмем зависимость плотности от диаметра атома. Как видно из рисунка (рис. 1), эта зависимость очень размыта.

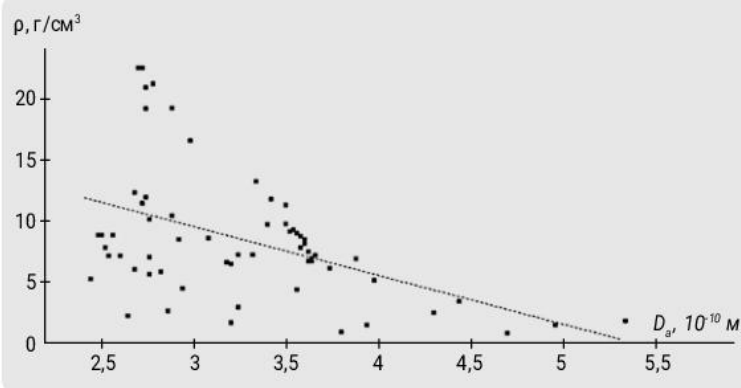
Более значимую связь можно наблюдать между диаметрами ядер атомов и плотностью веществ (рис. 2). Точки, отвечающие веществам с относительно большей плотностью, лежат заметно выше регрессионной прямой (например, алюминий, медь, родий, осмий). Точки веществ с низкой плотностью (калий, рубидий, цезий и другие) расположены ниже этой прямой. Это объясняется относительно большим размером электронных оболочек щелочных металлов.

А что будет, если взять отношение объемов ядра и атома? Это отношение компенсирует влияние разных расстояний между электронными оболочками атомов веществ и, оказывается, получается хорошая зависимость (рис. 3).

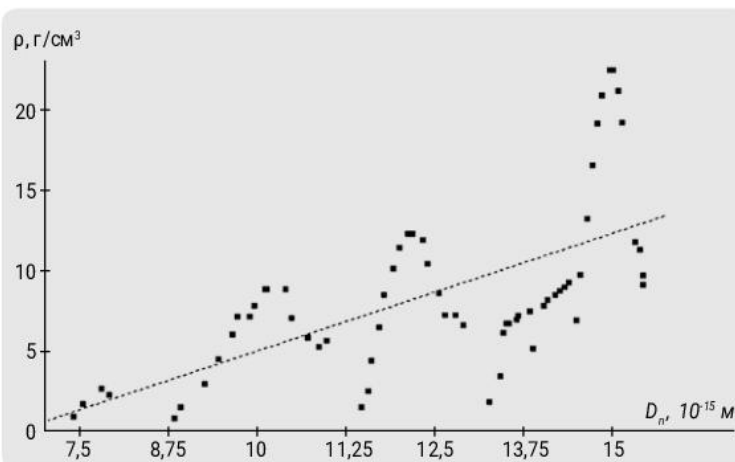
Такая довольно строгая закономерность показывает, что плотность вещества напрямую зависит от массы ядра и объема, который занимают в пространстве крайние электронные оболочки атомов. Следует отметить, что масса ядра определяет и его объем.

Наличие зависимости, объединяющей как легкие, так и тяжелые элементы, подтверждает идею, что форма атома и ядра для многих элементов близка к сферической. Самые заметные отклонения от нее в сторону пониженных значений плотности есть у мышьяка, сурьмы и особенно у германия, все трое – полуметаллы. Скорее всего, у этих элементов атом, ядро или оба сразу далеки от сферичности.

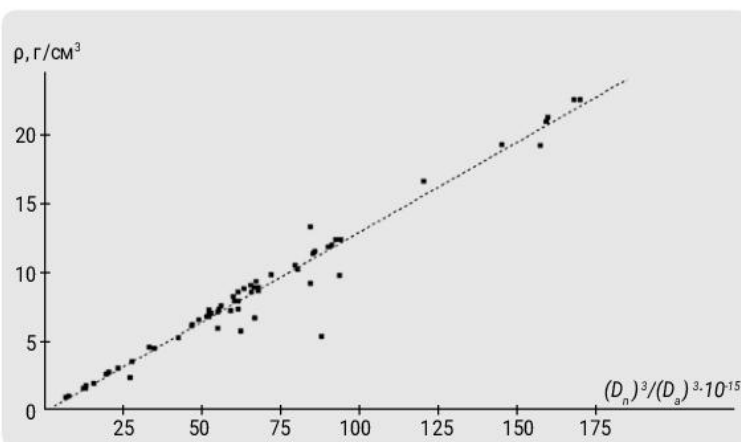
Более подробно можно прочитать здесь:
Горбачевич Ф.Ф. Связь плотности металлов и полуметаллов с размерами их атомов и ядер. Инженерная физика, 2022, 3.



▲ 1.
Связь между диаметром атома D_a и плотностью ρ соответствующего вещества



▲ 2.
Связь между диаметром ядра атома D_n и плотностью ρ соответствующего вещества



▲ 3.
Связь отношения $(D_n)^3 / (D_a)^3$ и плотностью ρ соответствующего вещества (для металлов и полуметаллов)



Вещи и вещества

Доктор технических наук **Б.С. Лунин**,
доктор химических наук **Е.С. Локтева**,
химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Кварцевое стекло и гравитационные волны

С оксидом кремния дела на Земле обстоят неплохо — больше половины земной коры именно из него. И применяется он тоже весьма широко — в любом компьютере, в любом радиоприемнике и радиопередатчике, а в новом веке — в детекторах гравитационных волн. За какие заслуги и благодаря каким свойствам?

Оксид кремния, или кремнезем (SiO_2), — один из основных компонентов земной коры. По оценкам, более половины массы коры Земли — из кремнезема. Другие планеты Солнечной системы не могут конкурировать с нашей планетой по его содержанию. Лунный грунт, например, содержит около 40% кремнезема, а метеориты — в среднем около 20%.

Кремнезем образует различные структуры, но наиболее востребованными оказались две — кристаллический α -кварц и аморфное кварцевое стекло. О некоторых технических применениях этих братьев-близнецов, одинаковых

по составу, но совершенно непохожих по структуре и свойствам, и пойдет речь в этой статье.

Самая распространенная на Земле модификация оксида кремния — кристаллический кварц. В природе кварц встречается во множестве разновидностей, и их названия заставят чаще биться сердца любителей красивых камней и ювелирных украшений. Это аметист, авантюрин, цитрин, соколиный и тигровый глаз, халцедон, розовый и голубой кварц, оникс, гелиотроп и т. д. Чистые кристаллы кварца бесцветны, это горный хрусталь; окраску им придают примеси и включения минералов.

Для ювелирных применений важны привлекательный внешний вид и разнообразие форм, высокая механическая прочность и износостойкость кварца. Для применения в химии, в виде аморфного кварцевого стекла, важна не только механическая, но и химическая стойкость, а кроме того, низкий коэффициент термического расширения, придающий изделиям термостойкость. Не случайно химики так любят посуду из кварцевого стекла.

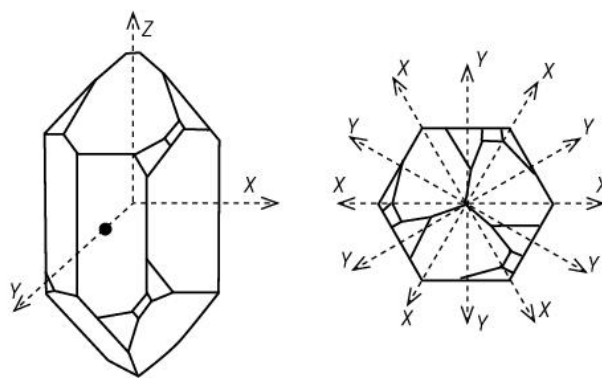
Совсем другое дело — электроника, где кварц работает в качестве пьезоэлектрических резонаторов. Здесь принципиально важны пьезоэлектрические свойства и низкое внутреннее трение. Именно благодаря ему энергия упругих колебаний кварцевой пластины практически не переходит в тепло. Если за одно колебание в тепло переходит, например, одна миллионная доля энергии колебаний, то говорят, что добротность резонатора равна миллиону, то есть добротность обратно пропорциональна этой доле энергии.

Науке известны четыре стабильные разновидности кварца, каждая в своей области температур. При сравнительно низкой температуре (до 575°C) существует α -кварц. При более высоких температурах (575–867°C) устойчив β -кварц. При еще более высоких температурах кристаллизуются две другие формы кремнезема: α -тридимит (867–927°C) и β -кристобалит (927–1723°C), который плавится при 1723°C.

Есть еще несколько метастабильных разновидностей, которые при нормальном давлении находятся в неравновесном состоянии. С помощью особых приемов можно получить эти высокотемпературные формы в метастабильном состоянии, они даже встречаются в природе. Но нам повезло в том, что для применений в радиоэлектронике нужна низкотемпературная форма кварца, потому что именно она обладает пьезоэффектом.

Кристалл кварца — это шестигранная призма, он совмещается сам с собой при повороте на 120°. Каждая из его полярных осей X пересекает противоположные, но неравнозначные ребра кристалла.

Если попытаться деформировать кристалл вдоль осей X , вдоль осей Y и вдоль оси Z , он будет вести себя различно. Если растягивать или сжимать вдоль оси X , на его гранях, перпендикулярных к этой оси, появляются противоположные электрические заряды. Это прямой пьезоэлектрический эффект, открытый в 1880 году братьями Пьером и Жаком Кюри. Если сжимать или растягивать кристалл вдоль механических осей Y , то пьезоэффект



▲ Кристалл α -кварца. Указаны оптическая ось Z , три электрические оси симметрии X под углами 120° друг к другу, три механические оси Y , каждая из которых перпендикулярна соответствующей оси X

возникнет, но будет меньше. Если же действовать в направлении оптической оси Z , электрических эффектов не будет вовсе. Существует и обратный пьезоэлектрический эффект, когда поляризация кристалла α -кварца электрическим полем вызывает в нем механические напряжения и деформации. В обоих случаях напряженность электрического поля, механические напряжения и деформации связаны линейно.

С пьезоэффектом мы постоянно имеем дело в быту, однако обычно в устройствах работает не кварц, а пьезокерамика, чаще всего составы системы цирконата-титаната свинца $\text{PbTiO}_3\text{--PbZrO}_3$. В зажигалке используется прямой пьезоэффект — при ударе по элементу из пьезокерамики между контактами возникает высокое напряжение, в воздухе происходит электрический пробой, то есть маленькая молния, и уже от нее зажигается газ.

В радиотехнике и электронике требования к пьезоэлементу другие и поэтому используется только кварц. Именно пьезоэлектрический эффект позволяет создать стабильный высокочастотный резонатор. Если частота изменения электрического поля совпадает с одной из собственных частот кристалла, в кристалле возникают резонансные механические колебания — нечто подобное раскачиванию качелей.

В сущности, пьезорезонатор — это кварцевая пластинка. Собственные частоты пластины зависят от ее формы, размеров, а также от того, по какой кристаллографической плоскости ее вырезали из кристалла. Для резонаторов и других колебательных систем наиболее важны три параметра — частота, на которой возникает резонанс, изменение этой частоты при изменении температуры (термостабильность) и высокая добротность, то есть малый переход энергии колебаний в тепло.

В пьезоэлектрических резонаторах можно использовать самые разные колебания по длине, ширине и толщине пластины — сжатия-расширения, сдвиговые, изгибные и крутильные колебания. Самые высокие резонансные частоты и добротность имеют кварцевые резонаторы с колебаниями сдвига.

Поначалу прямоугольные пьезоэлементы вырезали перпендикулярно электрической оси X; по длине они располагались вдоль оси Y. Такой срез (X-срез) считали наилучшим, потому что он обеспечивал наиболее сильный пьезоэлектрический эффект. Потом оказалось, что при изменении температуры резонансная частота изменяется, а это нежелательно во многих случаях. Можно, конечно, термостатировать резонатор, но термостат — это не технологичное решение, он увеличивает вес, объем, потребление энергии и снижает надежность устройства.

Поэтому начали думать, как бы так вырезать кварцевую пластину, чтобы повысить термостабильность. Оказалось, что характеристики значительно лучше у так называемых косых срезов, которые делают под различными углами к кристаллографическим осям. Путем проб и ошибок нашли несколько десятков типовых срезов кристаллов кварца, которые подходят для различных применений.

Вообще изготовление срезов — это настоящее искусство, потому что толщина пластин для высокочастотных пьезоэлементов составляет сотые доли миллиметра. Получается, что верхняя частотная граница пьезоэлементов ограничивается их механической прочностью, то есть тем, насколько тонкую пластину удастся изготовить, не сломав ее.

Кварцевая пластина — это только основа для пьезоэлемента. Чтобы создать электрическое поле в пьезоэлементе и возбудить в нем колебания, на обе стороны вырезанной кристаллической пластины напыляют электроды (обычно серебряные). От их формы, расположения и ориентации зависит вид возбуждаемых колебаний. Готовую

пластину с электродами устанавливают в специальном держателе в герметичном корпусе. Вообще, конструкции кварцевых резонаторов весьма разнообразны и зависят от приборов, для которых они предназначены.

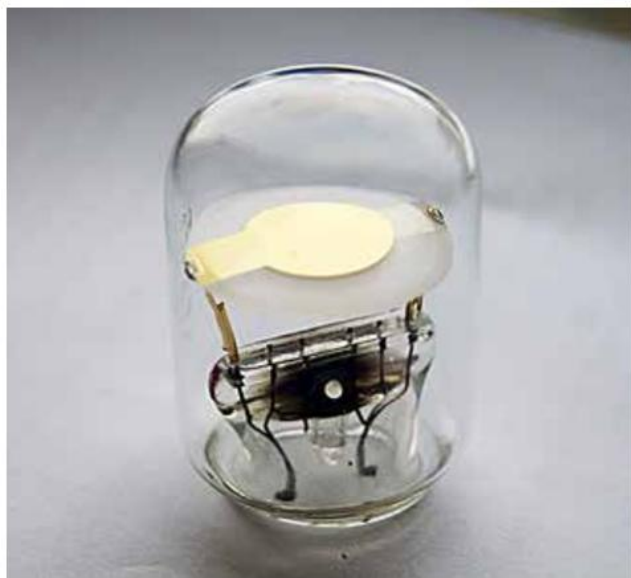
Кристаллическая пластина с напыленными электродами — это колебательный контур, частота его резонанса определяется собственной частотой механических колебаний. Когда к электродам прикладывают переменное напряжение на частоте резонанса, амплитуда колебаний кристаллической пластины увеличивается благодаря ее высокой добротности, которая при правильной обработке поверхности кварца может достигать нескольких миллионов. Кварцевые резонаторы используют в разнообразных генераторах, фильтрах, линиях задержек, так что такие резонаторы — неотъемлемая часть большинства современных электронных устройств.

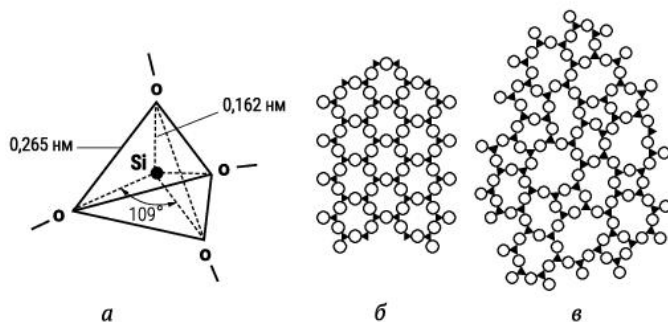
У кристаллического кварца есть брат-близнец того же состава, но не обладающий кристаллической структурой. Это аморфное кварцевое стекло, и его свойства совершенно иные. Основной структурный элемент — те же тетраэдры SiO_4 , но в стекле они соединены случайным образом и образуют непрерывную неупорядоченную трехмерную кремниево-кислородную сетку.

В отличие от кристаллических структур, в которых есть ближний и дальний порядок, в стеклах, как и в других жидкостях и аморфных телах, есть только ближний порядок, то есть соблюдаются правила расположения только ближайших атомов. В кварцевом стекле пьезоэффекта нет, но оно обладает другими ценными свойствами. Оно менее плотное по сравнению с α -кварцем (плотность $2,2 \text{ г/см}^3$ против $2,65 \text{ г/см}^3$) и менее твердое (твердость 5,3 против 7 по шкале Мооса) и поэтому гораздо легче поддается механической обработке. Коэффициент линейного термического расширения кварцевого стекла в десять раз ниже по сравнению с кристаллическим кварцем. Из-за этих свойств кварцевое стекло широко применяют в технике — изготавливают детали оптических систем, жаростойкие окна, иллюминаторы для космических аппаратов, оптические волокна, термостойкую лабораторную посуду и т. д.

Кварцевое стекло можно получать многими способами. Самый старый и простой — расплавить кристаллический кварц в тигле, а затем охладить расплав. Но если нужно получить высокочистое кварцевое стекло, применяют другие способы. В них источником кремния служит летучее соединение — тетрахлорид кремния (SiCl_4). Можно провести высокотемпературный гидролиз этого соединения в факеле кислород-водородного пламени. Получится кварцевое стекло, в котором много гидроксильных групп, и поэтому оно активно поглощает инфракрасное излучение (поэтому непригодно для волоконной оптики), но в нем почти нет других примесей. Или можно окислить тетрахлорид кремния при высокой температуре кислородом в факеле высокочастотной плазмы. Этот метод дает оптически однородное и особо чистое кварцевое стекло. Дальше, соответственно, резка, шлифовка и полировка.

▼ *Одна из конструкций кварцевого резонатора. Бесцветная круглая кварцевая пластина диаметром два сантиметра расположена горизонтально, сверху — напыленный электрод (круг с хвостиком), второй электрод расположен на нижней плоскости пластины, его краешек виден сквозь пластину на ее правом краю (фото авторов)*





▲ Основной структурный элемент кварца и кварцевого стекла — тетраэдры SiO_4 (а), из которых сложены структура кристаллического кварца (б) и кварцевого стекла (в)

Ученые и технологи научились изготавливать очень чистое кварцевое стекло, содержащее меньше одного атома примесей на один миллион атомов кремния. А вот кристаллический кварц такой чистоты получить не удастся. Его ищут в природе и, что интересно, находят! Кристаллы кварца высокого качества добывают в Бразилии («бразильский кварц»).

Другой вариант — вытягивание кристалла кварца из расплава по методу Чохральского (см. «Химию и жизнь», 2014, № 4) — погружают затравочный кристалл в расплав и медленно вытягивают вверх, при этом образуется длинный монокристалл. Способ вообще широко применяется, но концентрация примесей в кристаллах кварца всегда получается во много раз больше по сравнению с чистым кварцевым стеклом.

Благодаря высокой чистоте и однородности внутреннее трение в особо чистом кварцевом стекле очень мало, и поэтому из него можно изготавливать высокودобротные (добротность до 200 млн) механические резонаторы. Такие резонаторы используют, например, в новейших навигационных приборах — твердотельных волновых гироскопах. Этот класс гироскопов отслеживает повороты устройств, в которых они расположены, не за счет отклонения оси быстро вращающегося ротора, а по перемещению упругой волны в тонкостенном полусферическом резонаторе из кварцевого стекла диаметром несколько сантиметров. Такие гироскопы уникальны: они маленькие, легкие, не содержат движущихся частей. Благодаря высокой добротности резонатора они позволяют отслеживать малые углы поворота.

Наши исследования показали, что добротность кварцевых резонаторов ограничена потерями, связанными с состоянием поверхности кварцевой пластины. Чтобы уменьшить потери, то есть сделать поверхность идеально гладкой, потребовалось разработать многостадийную технологию обработки. В ней чередуются прецизионная шлифовка, полировка и химическое удаление поверхностного слоя, в котором сосредоточены микротрещины, деформации, остатки смазок и охлаждающих жидкостей.

Для уменьшения потерь поверхность надо обрабатывать, поэтапно уменьшая размер зерна абразива («асимптотическая обработка»). В результате удастся уменьшить глубину нарушенного поверхностного слоя. После поэтапной алмазной шлифовки резонаторы отжигают при

температурах 900–1000°C, чтобы снять механические напряжения. Лишь после этого они демонстрируют добротность 10^7 – 10^8 . Но ради чего прикладывать все эти усилия?

Наиболее интересное применение высокودобротных механических резонаторов связано с астрофизикой. Из особо чистого кварцевого стекла изготовили тестовые масс-зеркала для детекторов гравитационных волн, сооруженных в США и в ЕС. Крупнейшие гравитационно-волновые обсерватории сегодня — это LIGO (США, Ливингстон и Хэнфорд), VIRGO (Франция — Италия, Пиза), GEO 600 (Германия, Ганновер).

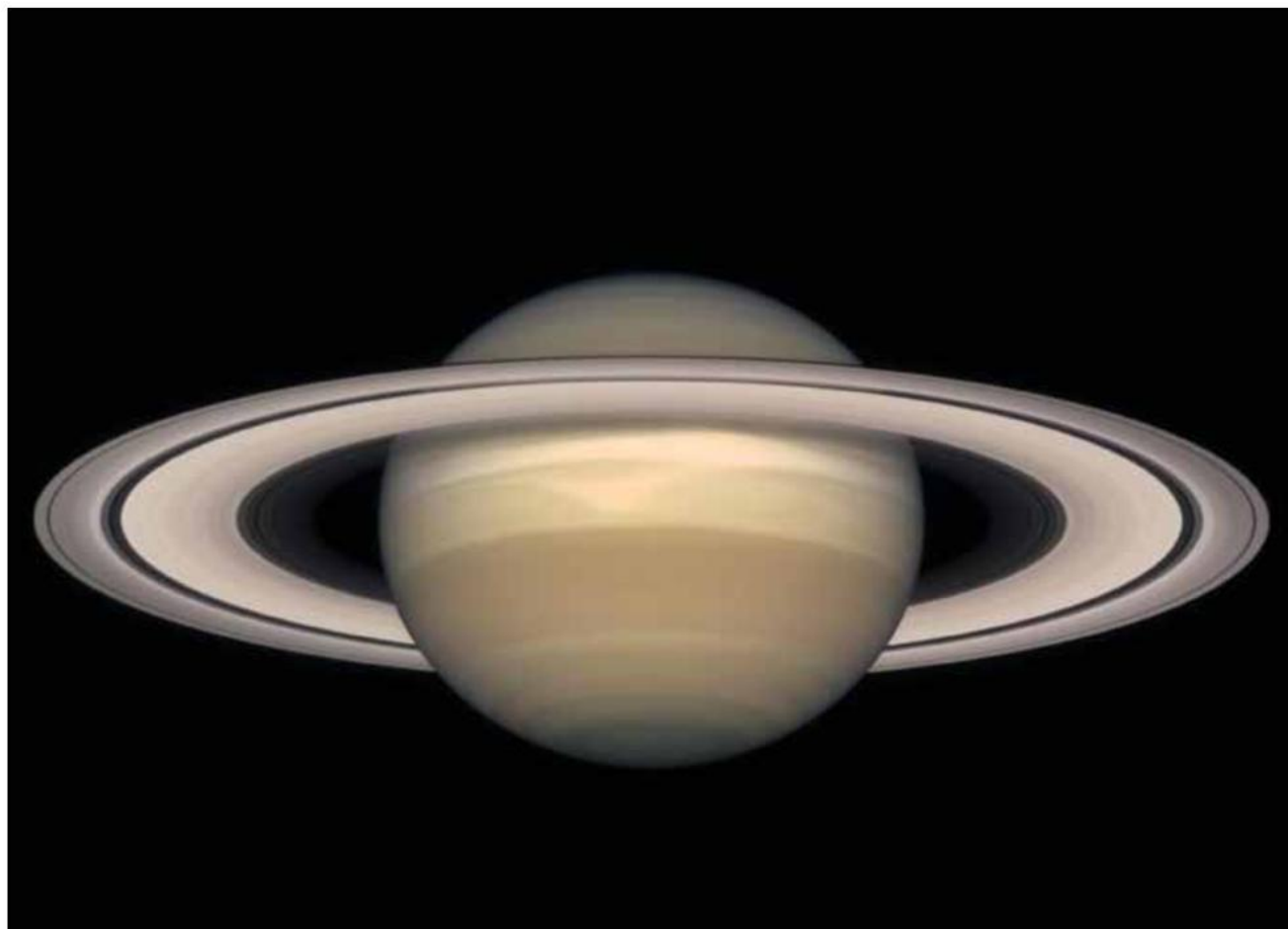
С их помощью удалось экспериментально подтвердить существование гравитационных волн, возникающих в глубине Вселенной. Принципиально важная часть детектора гравитационных волн — диски из кварцевого стекла, которые одновременно служат зеркалами; вес каждого из них — несколько десятков килограммов. Лазерный луч расщепляется, проходит по обоим плечам интерферометра, отражается от тестовых масс-зеркал, возвращается и складывается, образуя интерференционную картину.

Положение зеркал регулируют так, чтобы лучи находились в противофазе и гасили друг друга. Когда гравитационная волна проходит через плоскость интерферометра, пространство деформируется, при этом длина каждого плеча изменяется: одна пара масс-зеркал сближается, а другая расходится. Эти сдвиги чрезвычайно малы ($\sim 10^{-16}$... 10^{-18} м), однако они приводят к фазовому сдвигу световых волн, изменению интерференционной картины и появлению света на входе фотодетектора.

Чтобы надежно зафиксировать слабые сигналы, необходимо снизить шумы антенны. Они зависят от добротности и массы зеркала. Поэтому и применяют тяжелые зеркала из кварцевого стекла с высокой добротностью, то есть малыми потерями. Поверхность тестовых масс-зеркал, как и поверхность резонаторов гироскопов, тщательно полируют, с помощью химической обработки удаляют нарушенный поверхностный слой, а затем на рабочую поверхность напыляют многослойное интерференционное отражающее покрытие.

Внешняя вибрация и акустические шумы также могут мешать измерениям. Чтобы уменьшить их влияние, зеркала подвешивают на нитях из кварцевого стекла диаметром 0,4 мм. Чтобы повысить надежность измерения, данные гравитационно-волновых детекторов LIGO сопоставляют с данными других гравитационных антенн, расположенных в Европе (VIRGO, GEO 600). Впервые гравитационные волны удалось зарегистрировать 14 сентября 2015 года двумя антеннами LIGO. Форма сигнала совпала с предсказанной общей теорией относительности для слияния двух черных дыр. Ученые вычислили расстояние от Земли до источника гравитационных волн. Оно составило 1,3 млрд световых лет.

Для обнаружения гравитационных волн потребовалось решить много научных и инженерных задач, и решение каждой из них было необходимо. Получение уникально высокой добротности кварцевых резонаторов — одна из этих задач.



Источник: NASA

Стандартна ли космология?

Вопрос о том, как родилась и развивалась Вселенная, решают космологические теории. Сегодня большинство астрофизиков принимают космологию, которую они называют «стандартной». Существует она с конца прошлого века. Согласно ей Вселенная началась с Большого взрыва, в результате которого родились все наблюдаемые нами светящиеся космические объекты, например галактики. Принято считать, что относительное удлинение волны их электромагнитного излучения, так называемое красное смещение, служит мерой расстояний до них, а значит, и их возраста.

Очевидно, что молодые галактики не могут быть массивными. Однако многие последние данные новейше-

го космического телескопа Джеймс Уэбб, запущенного НАСА в прошлом году (см. «Химию и жизнь», 2022, 1), резко противоречат стандартной теории. Инфракрасный телескоп Уэбб обнаруживает все больше новых галактик, которые оказываются слишком массивными для своего юного возраста.

Профессор Техасского университета в Остине Майк Бойлан-Колчин (Mike Boylan-Kolchin) теоретически изучил шесть из таких самых массивных галактик. Данные о них появились в феврале этого года. Их красное смещение лежит в интервале от 7 до 10, все они должны были сформироваться в интервале от 0,5 до 0,7 миллиардов лет после Большого взрыва. Масса одной из галактик даже превышает массу нашего Млечного Пути, который значительно старше. В журнале *Nature Astronomy* профессор теоретически

показал, что существование этих галактик не укладывается в рамки Стандартной космологической модели.

Он отмечает такую альтернативу. Либо астрофизики должны модифицировать теорию образования галактик, либо Стандартную модель. Одно из возможных решений – считать, что после Большого взрыва Вселенная расширялась гораздо быстрее, чем принято сейчас. Но это требует фундаментальных изменений в представлениях о темном веществе и энергии и даже введения новых сил и частиц. Интересно, что, для того чтобы галактики быстро выросли до наблюдаемых размеров, они должны были бы преобразовать в звезды 100% газа, из которого образовались. Обычно звездами становится не более 10% газа.

Стоит отметить, что пока астрофизики лишь оценили массы и

возраст галактик. Детально подтвердить их должен спектроскопический анализ, поэтому у сторонников классической космологии остается небольшая надежда. Они могут, к примеру, предположить, что центральные черные дыры галактик разогревают окружающий галактики газ, делая их более яркими, или пыль на пути их излучения к Земле сдвигает его в красную сторону, что приводит к иллюзии их большей удаленности. Как бы там ни было, Бойлан-Колчин уверен, что новые данные разрешат его альтернативу в ближайшее время.

Звездный хвост черной дыры

Современная астрофизика регулярно приносит самые неожиданные открытия. История одного из них такова. Питер ван Доккум (Pieter van Dokkum) из Йельского университета по снимкам телескопа Хаббл изучал шаровые звездные скопления в недалекой карликовой галактике. На одном из снимков он заметил небольшую светлую полосу, которую сначала принял за засветку видеоматрицы телескопа пролетевшей сквозь нее частицей космических лучей.

Однако интуиция исследователя заставила ученого подробно изучить ситуацию. Так был найден ранее неизвестный космический объект – необычная дорожка из очень ярких молодых звезд, берущая старт от карликовой галактики. Яркость полосы всего лишь вдвое меньше яркости материнской галактики, а длина в 200 тысяч световых лет намного больше ее диаметра и в два раза превышает размер нашей Галактики.

Наблюдатели провели спектроскопические исследования необычной дорожки в обсерватории Кека на Гавайях. Оказалось, яркая головка полосы содержит ионизированный кислород. Ученые сразу предположили, что они видят след от быстрого движения черной дыры. Они считают, что нагрев и ионизацию газа вызывает ударная волна, возникающая при ее движении, либо

излучение аккреционного диска вокруг нее.

Оценки показывают, что дыра должна весить 20 миллионов масс Солнца и по прямой лететь со сверхзвуковой скоростью в межгалактическом пространстве. При движении сквозь окружающий материнскую галактику газ она стимулирует звездообразование в нем вдоль узкого коридора и оставляет родившиеся звезды позади себя.

Почему она может лететь по прямой траектории? Теоретики предполагают, что это результат редкого гравитационного взаимодействия трех черных дыр. Сценарий таков. Примерно 50 миллионов лет назад две небольшие галактики слились и образовали ядро из своих сверхмассивных дыр, которые стали вращаться друг относительно друга. Затем мимо них пролетала третья галактика со сверхмассивным ядром. Взаимодействие трех дыр привело к хаотическому движению в нестабильной системе трех тел.

В результате одна из дыр получила импульс двух других и была выброшена из материнской галактики. Двойная система могла остаться нетронутой, либо третья дыра могла заменить одну из первых двух, выкинув прежнюю компаньонку. По закону сохранения импульса вылет одного тела должен был заставить два других двигаться в противоположном направлении и также вылететь из галактики. Поэтому ядро галактики не имеет признаков активной черной дыры, а отдача двух тел могла привести к небольшому, но яркому выступу, видимому на стороне галактики, противоположной звездной дорожке.

Астрофизики планируют прояснить картину с помощью рентгеновской обсерватории Чандра и телескопа Джеймс Уэбб. Профессор ван Доккум надеется обнаружить похожие космические объекты с помощью новых алгоритмов обработки изображений после введения в строй инфракрасной обсерватории Нэнси Грейс (Nancy Grace) с широким углом обзора. Статья об исследовании опубликована в журнале *The Astrophysical Journal Letters* и находится в открытом доступе.

Молодые кольца Сатурна

В 1410 году их открыл Галилей, первым направивший телескоп в небо. Что это, он понять не смог, потому что они выглядели как «уши» планеты. Двести лет спустя Максвелл теоретически показал, что кольца не твердые, а состоят из многочисленных частей, движущихся по единым орбитам.

Сегодня астрофизики выделяют семь отдельных групп колец, которые состоят из кусков водяного льда средним размером с земной булыжник. Чистый лед содержит от одной десятой до двух процентов объемной доли твердых примесей. Общая масса колец примерно равна половине массы Мимаса, небольшого спутника планеты. В прошлом ученые были уверены, что кольца родились одновременно с Сатурном 4,5 миллиарда лет назад.

Однако астрофизики постоянно получают новые данные от космических аппаратов. Одним из них был знаменитый зонд Кассини, который исследовал планету и ее окрестности с 2004 по 2017 год. В числе прочих приборов на нем был установлен анализатор пыли. За тринадцать лет он собрал менее пары сотен ее частиц, но этого оказалось достаточно, чтобы сделать вывод о возрасте колец.

Новая работа профессора Саши Кемпфа (Sascha Kempf) из университета штата Колорадо в Боулдере, о которой сообщает журнал *Science Advances*, дает доказательства того, что кольца гораздо моложе Сатурна. Их возраст лежит в диапазоне от 100–400 миллионов лет.

Ключом к решению давней проблемы возраста колец Сатурна, стала уверенность астрофизиков в том, что примеси льда в кольцах – это частицы твердой космической пыли, движущиеся вблизи планеты с небольшими скоростями. Зная поток пыли и ее объем, запасенный в кольцах, можно оценить возраст колец. Они оказались преходящим явлением в жизни планет.

Наблюдательные данные свидетельствуют, что частицы колец постепенно падают на планету. По-

видимому, они полностью исчезнут в ближайшие 100 миллионов лет. Это время коротко по космическим меркам.

Да, это косвенное подтверждение того, что кольца Сатурна молоды. Однако есть и другие исследования, указывающие на их юный возраст. Правда, загадка появления колец так и остается нерешенной.

Близость галактик активизирует дыры

Галактики, наш Млечный Путь в том числе, содержат в своих центрах сверхмассивные черные дыры. Их массы составляют многие миллионы и даже миллиарды масс Солнца. Дыры растут и пожирают окружающий их газ. При падении (аккреции) на дыру газ разогревается и высвечивает огромную энергию в излучениях видимого и рентгеновского диапазонов. Однако его часто не видно из-за его поглощения пылью, окружающей дыру. И все же инфракрасные телескопы иногда позволяют обнаружить и изучить растущую черную дыру и явления вокруг нее.

Причины, по которым газ приближается к черным дырам, загадочны. Одно из предположений состоит в том, что их сблизившиеся галактики притягиваются гравитационными силами и сливаются в одну большую, поставляя строительный материал для своих дыр. Недавно астрономы под руководством профессора Криса Харрисона (Chris Harrison) из университета Ньюкасла в Лондоне обнаружили, что сверхмассивные черные дыры более склонны к росту, если они находятся внутри галактик, которые могут столкнуться.

Ученые анализировали сотни тысяч галактик, родившихся от 2 до 6 миллиардов лет после Большого взрыва. В это время космического «полдня» сформировалось большинство галактик и черных дыр. Астрофизикам пришлось придумать новый статистический метод,

который позволяет оценивать расстояния между далекими галактиками по данным их изображений в разных длинах волн. Метод устранил необходимость определять расстояния спектроскопическими методами для каждой отдельной галактики и дал возможность оценивать вероятности их будущего столкновения. Для анализа авторы использовали данные нескольких астрономических обзоров, в том числе выполненных орбитальным телескопом Хаббл и инфракрасным телескопом Спитцер.

Харрисон уверен, что выводы его научной группы вскоре подтвердит телескоп Джеймс Уэбб, который способен собрать широчайшую базу данных галактик. Астрономы надеются, что эта информация поможет понять поведение газа, окружающего дыры, и оценить, сколько их спряталось за ним в далеких галактиках. Уяснение этих явлений не только позволит разгадать секреты черных дыр, но и восстановить историю нашей Галактики. Статья об исследовании опубликована в журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.

Взрыв космических масштабов

Большая команда ученых из университета Саутгемптона, возглавляемая профессором Филиппом Вайсманом (Philip Wiseman), уточнила параметры гамма-излучения от взрыва, известного как AT2021lwx. Его энергия до сегодняшнего дня не была известна астрофизикам. Явление, которое длится уже четвертый год, обнаружили в 2020 году. Взрыв случился на расстоянии в восемь миллиардов световых лет от Земли. За ним постоянно следит целая сеть телескопов.

Оказалось, что событие по яркости более чем на порядок превышает все известные вспышки сверхновых звезд, обычно длящиеся несколько месяцев. Оно более чем втрое превосходит ярчайшие взрывы, которые происходят при разрыве

звезд приливными силами во время их падения на сверхмассивные черные дыры.

Астрофизики наткнулись на неизвестный прежде взрыв, когда тестировали новый алгоритм по поиску сверхновых, и были поражены его продолжительностью. Затем ученые дополнительно исследовали источник с помощью трех наземных телескопов. Его спектры оказались в целом подобны спектрам недавно открытых вспышек в центрах активных галактик, однако некоторые детали не совпадали. Ученые проанализировали излучение на разных длинах волн, что позволило измерить расстояние до источника излучения и вычислить его реальную яркость.

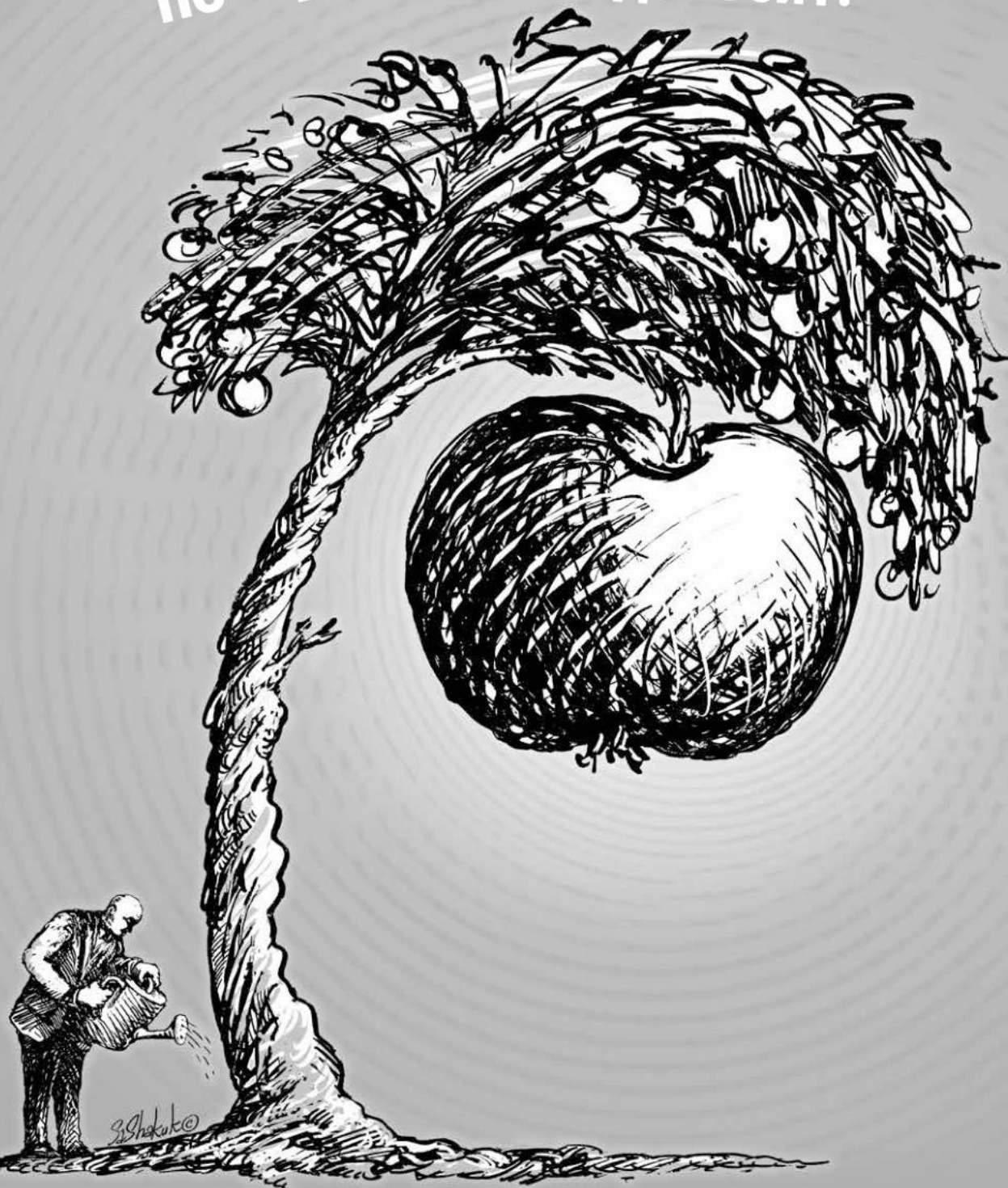
Единственные объекты, которые могут сравниться с AT2021lwx по яркости, это квазары. Так именуют черные дыры, на которые постоянно падает высокоскоростной поток газа. Однако их излучение обычно изменяется со временем.

Что же породило столь исключительное явление? Астрофизики полагают, что ярчайший взрыв во Вселенной – это результат падения громадного облака пыли и газа, преимущественно водорода, на сверхмассивную черную дыру массой до миллиарда солнечных. Поглощение фрагментов облака должно вызывать ударные волны, пронизывающие другие его части и громадную область пылевого тора, окружающего черную дыру.

Сейчас астрофизики продолжают изучать явление и собирают информацию о нем на других длинах волн. Рентгеновские волны, например, помогут получить информацию о температуре и других параметрах взрыва. Профессор Вайсман надеется, что в следующие несколько лет новые данные Обсерватории имени Веры Рубин позволят найти аналогичные взрывы. Он полагает, что подобные явления определяют процессы в центрах галактик. Посвященная исследованию статья была опубликована в журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.

Выпуск подготовил
И. Иванов

**«Химии
58 лет! И жизни»**
Но она
по-прежнему
плодоносит!







Член-корреспондент РАН

А.А. Тишков

Географические тренды

Идеи В.И. Вернадского и его научные труды сложны, поэтому его часто не понимали современники.

Задача нашего сериала, который из номера в номер представляет вам великого русского мыслителя с разных сторон, как раз и заключается в том, чтобы лучше его понять.

Сегодня мы отдаем страницы журнала известному географу и биогеографу, члену-корреспонденту РАН

Аркадию Александровичу Тишкову для рассказа о том, как современная география находит точки своего роста в работах В.И. Вернадского. Автор идеи сериала и его составитель — Виктор Лось.

В новые времена рождаются не только новые идеи, но и дается импульс для переосмысления старых (традиционных) научных воззрений. С 90-х годов XX века нечто подобное происходит и с отечественной географической наукой, которая, отказавшись от идеологических стереотипов прошлого, обретает второе дыхание. Эта конструктивная тенденция в значительной степени обусловлена возвращением к идеям В.И. Вернадского.

В последние десятилетия, особенно в юбилейные годы, его труды активно издавали и переиздавали. Так, в многотомном (24 тома) собрании его сочинений собраны почти все из опубликованного прежде — научные работы В.И. Вернадского, тексты выступлений, дневники и основная часть его эпистолярного наследия; а также представлены и работы, ключевые для современной географии, к примеру переписка с известными географами.



Именно в географических исследованиях он заложил основы будущих прорывов в науке. И это не только учение о биосфере — ноосфере, которое возвращает нас к единой географии, занимающейся одновременно природой и человеком; не только представление о пространстве — времени как не абстрактном понятии, а как о «поле существования» и основе организации геосистем; и даже не представления о биогеохимических циклах и биологическом круговороте веществ — «кровотворных потоках», соединяющих ландшафты и обеспечивающих правило «растекания жизни» на Земле.

В свои географические разработки Вернадский заложил зачатки науки будущего, опирающейся на геоинформационные, цифровые и квантовые технологии, большие объемы эмпирических данных, глобальные модели, «карбоцентрическое» представление о триггерах жизни Земли и ее климата. Пробираясь в его статьях и книгах через хитросплетения научной мысли, читая между строк и расшифровывая тексты, касающиеся географии, осознаешь, почему он не всегда был понят современниками. Может быть, нынешние поколения смогут по-новому прочесть и осмыслить идеи ученого-энциклопедиста, намного опередившего свое время.

У истоков советской академической географии

В уже далеком 1918 году его усилиями при Комиссии по естественным производительным силам (КЕПС), созданной им же, был организован Промышленно-географический отдел, который и стал основой будущего Института географии Академии наук. С тех пор прошло уже более ста лет, но идеи Вернадского по-прежнему актуальны. Вникая в творческое наследие В.И. Вернадского, поражаешься широте его охвата научных проблем.

Когда он изучал, к примеру, состав земной коры и свойства минералов, он был больше, чем только геохимик, кристаллограф или геолог. Размышляя о Вселенной, он не был только астрономом. Анализируя свойства живого вещества и жизнь как феномен, не считал себя лишь биологом, а выходил на философский уровень обобщения и познания. Присматриваясь к явлениям природы, наблюдая и собирая факты, он формулировал свои знаменитые «эмпирические обобщения» натуралиста — выводы научного исследования, опирающиеся лишь на факты. К примеру, его представление о «вечности жизни» основывается на принципе Франческо Реди — все живое происходит от живого (лат. *Omne vivum e vivo*), то есть подобное — из подобного.

В географии начала XX века, когда создавался Институт географии, шла специализация науки. Ее синтетический характер проявлялся в том, что география дробилась и по предметам исследований (геоморфология, география почв, геоботаника, зоогеография и пр.), и по методам исследования (историческая география, картография, палеогеография и др.), и по взаимодействию со смежными науками (медицинская, экономическая география) и т. д.

Но дискуссия о единой географии продолжается. Усиливается тенденция по выдворению из географии ее экономического и социального крыльев. Некоторые даже считают, что географическая наука — это только физическая география. А иные часто идут им навстречу, утверждая, что экономическая география — это экономическая наука, то есть вовсе к географии не относится или входит в нее лишь организационно. Мол, физическая и экономическая географии открывают разные объективные законы, изучают различные формы материи, имеют разные объекты, методы и цели, разные «библиотеки» и разные интересы специалистов.

Полагаем, однако, что в группу наук, интегрирующих действительность на высшем (ноосферном) уровне организации материи, *географическая наука входит как целое*. Ее нельзя разрывать на части, ибо именно в географических разработках иницируются исследования связи явлений в пространстве — времени, происходит интеграция явлений и процессов. Конечно, дифференциация географии необходима, она позволяет видеть глубинные взаимодействия в ноосфере, в ее различных пространственных системах. А синтез поднимает научное сознание до высот интегральных систем и структур, открывает интегральные законы географической науки.

В.И. Вернадский акцентировал внимание на том, что в географии должно доминировать целостное восприятие реальности. Иначе говоря, холистический подход был неотъемлемой и органичной составляющей его научного мировоззрения. В.И. Вернадский задолго до первых космических полетов сумел увидеть Землю со стороны как целое, как одно из тел Солнечной системы. Но видел это глазами геолога и географа, различая континенты и океаны, горные породы и живые существа, включая и человека.

От эпохи ноосферы к антропоцену

Об антропоцене как объекте географических исследований уверенно заговорили в начале 2000-х годов. Впрочем, этому предшествовало распространение учения об *антропосфере* австрийца Эдуарда Зюсса и русского географа Дмитрия Анучина, а также учения Владимира Вернадского о *ноосфере* как новом состоянии биосферы. Сегодня ученые выделяют новую геологическую эру — *антропоцен*, имеющую свое характерное время и особенности пространственной организации.

Именно в антропоцене становятся видны последствия масштабной деятельности человечества в биосфере — часто негативные. Очевидно, и на ранних этапах становления человека (например, в голоцене) его деятельность за счет переложной системы хозяйствования, широкого использования огня и избирательной охоты, заметно преобразовала планету, изменив ее физические, химические и биологические характеристики (альbedo поверхности, химизм водоемов, структуру морских мелководий и озерных отложений, состав биоты).

Последним геологическим эпохам присуще такое явление, как сближение характерных времен событий и явлений, например климатического потепления и похолодания. Можно предположить, что в антропоцене временные интервалы изменений сожмутся еще больше. При этом человечество по-прежнему не в силах масштабно менять ход внешних по отношению к ландшафту природных процессов на Земле, определяемых в первую очередь космическими факторами, но оно может трансформировать их ритмику и амплитуду.

Иначе говоря, географическая наука будущего, по сути, может рассматриваться как *география антропоцена*, а принимая во внимание ноосферные воззрения В.И. Вернадского — география ноосферы, сферы взаимодействия общества и природы, где разумная человеческая деятельность становится одним из определяющих факторов конструктивного цивилизационного развития. И если это — высшая стадия эволюции биосферы, когда человечество оказывает глубокое воздействие на природные процессы, то география будущего — один из ключей к рационализации взаимоотношений человека и среды его обитания.

Перспективы постиндустриализма: географический взгляд

Классический исторический материализм по Марксу отвергает теорию географического детерминизма, то есть природного фактора на развитие общества. И вот в XXI веке этот тезис о развитии вне среды вновь поднят на щит. Причины — абсолютизация идей *постиндустриального общества*, когда благополучие социума стали связывать больше с информационными технологиями,

чем с природными факторами, оттесненными с авансцены цивилизации.

Адепты стратегии постиндустриального общества акцентируют внимание не столько на развитии естественных производительных сил, сколько — на перспективах, которые открывает перед социумом эпоха информационно-цифровой революции. Ноосферные воззрения В.И. Вернадского в известной степени соответствуют современным технократическим трендам, но без их абсолютизации, имея в виду, в частности, статус научного познания бытия.

Более того, феномен ноосферы исходит не из грядущего противопоставления элементов системы «человек — биосфера», а их гармонического баланса. Иначе говоря, на переломных этапах развития цивилизации разум, то есть наука в ее совершенных формах, учитывающих потенциальные негативные последствия реализации научных открытий и их предотвращающих (по крайней мере — сводящих к минимуму), становится определяющим фактором конструктивного цивилизационного динамизма. И если приверженцы индустриализма подчас разделяют перспективы развитого мира, который видится им как «цветущий сад», и будущее большинства развивающихся стран в виде «джунглей», то адекватный подход состоит в том, что именно развитие науки в ее биосфероцентристской форме позволяет рассчитывать на дружественное к природе и Вселенной развитие глобального социума.

В этом контексте география будущего предстает как высокотехнологичная область науки, использующая аналитические методы высокого разрешения, дистанционный анализ, «цифровизацию», квантовые технологии и др. Именно с легкой руки В.И. Вернадского география становится наукой, оперирующей огромными массивами данных, прежде всего пространственно распределенных, способных отражать термодинамические переменные ноосферы в пространстве — времени. Будущее географии, несомненно, за искусственным интеллектом и квантовыми технологиями.

Современный компьютер и геоинформационные технологии лишь приближенно создают образ Земли с ближним Космосом. Трудно представить массивы пространственно распределенных данных, которые необходимы для моделирования даже статичного «образа Земли». А чтобы отображать мобильные параметры состояния планеты и прогнозировать ее возможные будущие качества, никаких современных средств и технологий не хватит. Но для географии как науки будущего нужен идеальный цифровой двойник Земли с высоким разрешением для всех ее геосфер.

Для реализации мечты В.И. Вернадского необходимы не только новые технологии — подойдут, скажем, и квантовые компьютеры, и безлимитная дешевая энергия (например, термоядерная). Но все это при условии, что люди на Земле будут жить в мире и вместе создавать ультратехнологии — квантовые компьютеры, управлять искусственным интеллектом в области географии и

термоядерным синтезом, осваивать Мировой океан, Арктику и Антарктиду, работать над цифровыми моделями Земли и глобальными цифровыми экспериментами, остановив безудержный рост потребления и повысив эффективность социального управления.

Предполагается, что наблюдаемый феномен современной постиндустриальной и постмодернистской географии с ее некоторой релятивностью и вариантноностью выводов и заключений (что соответствует нынешней ориентации науки) будет оправдан, а искусственный интеллект и квантовые технологии освоют ассоциативное мышление, научатся быстро оценивать варианты состояния географических систем и принимать адекватные решения. Алгоритм таких географических исследований сегодня уже опробован исследователями, к примеру в цифровой картографии и анализе данных дистанционного зондирования. В.И. Вернадский предвидел и допускал существование неизвестных пространственных структур как объектов географических исследований, отображающих динамическое равновесие всей планетарной системы, связанных, в частности, с развитием системы «биосфера — ноосфера».

Иначе говоря, география XXI века как синтетическая наука естественного и гуманитарного циклов оказалась всерьез и, полагаю, надолго подвержена веяниям постмодернизма, изменившим тип рациональности. Привычную для географии объективность восприятия и описания окружающего мира, к которым призывал В.И. Вернадский (вспомним, приоритет его «эмпирических обобщений» и «факта»), теперь подменяют теоретическим миром идеальных конструкций и гаджетных образов, которые воспринимаются как реальность. -

Более того, идеальные конструкции, модели и карты, полученные с использованием информационных технологий, а не прямым наблюдением, уже претендуют на окончательность и безусловность, подменяя собой реальную действительность, изменчивость мира. Специалист, разделяющий такие идеи, оказывается в плену догматизма, утрачивая способность критически мыслить, загоняет себя в ограниченные представления об окружающем мире и о самом себе в этом мире. При этом доминанта рациональной составляющей научного сознания превращается в догму, стереотипы и образы. И этот подход неуклонно расширяет свои позиции.

В.И. Вернадский называл себя натуралистом, то есть исходил в своих теоретических построениях из фактов и наблюдений. А нынешний ученый все чаще даже на начальном этапе исследований сталкивается в качестве объекта не с реальностью, а с ее моделью.

Современная география постмодернизма — это совокупность плюрализма и релятивизма на базисной коммерческой основе. Это те же самые рыночные отношения, за которые российские демократы отдавали душу в 90-х годах и которые вынуждают науку само-

окупаться, быть сферой услуг. Теряется фундаментальность географии, которая постепенно превращается в «хвост», а не «голову».

Забывтая идея Вернадского?

Живые организмы, по Вернадскому, принимают деятельное участие в миграции и накоплении важных в жизни природы и широко распространенных химических элементов, выделяя в атмосферу самые разные вещества — кислород, углекислоту, азот и многие другие. В общем, по его мнению, все газы земной атмосферы созданы живым веществом — живыми организмами.

Впрочем, во второй половине XX века набирает число приверженцев точка зрения, в соответствии с которой масштабность производственно-хозяйственной деятельности социума, связанная с выбросами парниковых газов, обуславливает глобальное потепление. Никто не отрицает, что концентрация углекислого газа в атмосфере растет, формируя парниковый эффект. В результате климат на планете теплеет, ледники тают, мерзлота растепляется и растет число аномальных природных явлений — засух, наводнений, ураганов и др.

Меньшая группа специалистов исходит из того, что климатическое потепление носит естественный характер, обусловленный циклическими природными процессами, в частности изменением угла наклона оси нашей планеты по отношению к Солнцу. Но сегодня, кажется, побеждает точка зрения, акцентирующая внимание на антропогенных причинах климатических изменений.

Современные политики и «ассоциированные» с ними ученые, похоже, стараются не замечать, того, что в истории Земли циклы роста концентрации углекислого газа и потепление климата повторяются с закономерным и завидным постоянством. Еще в Пятом (2014 год) оценочном докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC) среди сценариев XXI века доминировали цифры дальнейшего роста концентрации CO₂ и средних глобальных температур.

В 2021 году вышел шестой доклад IPCC, который сопровождался алармистскими заголовками в СМИ — «Будет только хуже», «Сигнал тревоги для человечества» и т. п. Авторы доклада подтверждают, что удержать рост глобальной температуры в пределах 1.5°C не удастся и через 15 лет этот уровень будет превышен, если объем антропогенных выбросов парниковых газов не изменится. Что наблюдаемое глобальное повышение температуры больше, чем внутренняя изменчивость. Что продолжается повышение уровня Мирового океана из-за теплового расширения воды и из-за потери льда на суше.

В докладе рассматриваются пять сценариев будущего изменения климата в связи с масштабами влияния на него человека. При сценарии низкой эмиссии парниковых газов к концу XXI века средняя глобальная температура будет выше, чем в 1850—1900 гг., на 1—1.8°C;

для сценария среднего уровня эмиссии температура увеличится на 2.1—3.5°C; при высоком уровне — на 3.3—5.7°C.

Климатические мазохисты могут даже полистать интерактивный атлас с прогнозом, как будет выглядеть Земля при разных климатических сценариях. Мне кажется, что эти специалисты не очень внимательно изучали В.И. Вернадского, считая, что климатический враг № 1 — углекислый газ. А между тем CO_2 — основа жизни на планете: до 95% всех видов растений, создающих первичную продукцию и благоприятную среду на Земле, возникли при концентрации CO_2 , в два раза превышающей ее современный уровень. При этом оптимум фотосинтеза не был достигнут.

Действительно, суммарный промышленный выброс углерода на планете сейчас составляет около 14 млрд тонн. Но с этими лишними тоннами может справиться и Мировой океан, и растительность суши. Например, российские природные леса, по нашим предварительным оценкам, способны поглотить этот лишний углерод. И это не учитывается, к сожалению, в негативных прогнозах. А если посчитать еще и весь вклад природных экосистем Великого Евразийского природного массива (12,9 млн км² от Скандинавии до Дальнего Востока) с бескрайней тайгой, болотами Западной Сибири, редколесьями лиственницы на мерзлоте, черноземными степями, то окажется, что углеродное донорство России заметно превышает возможности природы большинства стран мирового сообщества.

Феномену углерода, который В.И. Вернадский считал основой существования биосферы, он посвятил специальный раздел «Очерков геохимии» (1924) на французском языке. Если соединить взгляды ученого с его представлениями о живом, об «автотрофности» и «поле устойчивости зеленой растительности», то вполне естественен переход к воззрениям о целостности биосферы и механизмах ее регуляции, учитывая конструктивную роль углерода. Вернадский как мудрый ученый, основатель учения о биосфере, прекрасно оценивал функции CO_2 в процессе фотосинтеза и не тревожился бы по поводу глобального потепления.

Развитый мир сходит с ума, изобретая способы сокращения выбросов CO_2 . Чего только ни придумывают — законы о декарбонизации, безуглеродное сельское хозяйство, торговлю выбросами углерода и др.

При этом не учитываются большие объемы гарантированного поглощения углекислого газа масштабными российскими экосистемами — тундрами, болотами, степями и др. Очевидны и наши потенциальные выгоды: по мере роста мирового углеродного рынка Россия может (и должна) стать здесь ключевым участником.

Текущая цена в ЕС за тонну углерода — чуть менее 30 евро; к 2050 г. планируются 70—80 евро. Но все это уже послесанкционные дела... Впрочем, и сегодня РФ — вполне адекватный экологический донор планеты, основа перспективной экологической устойчивости не только нашей страны.

География будущего = география ноосферы

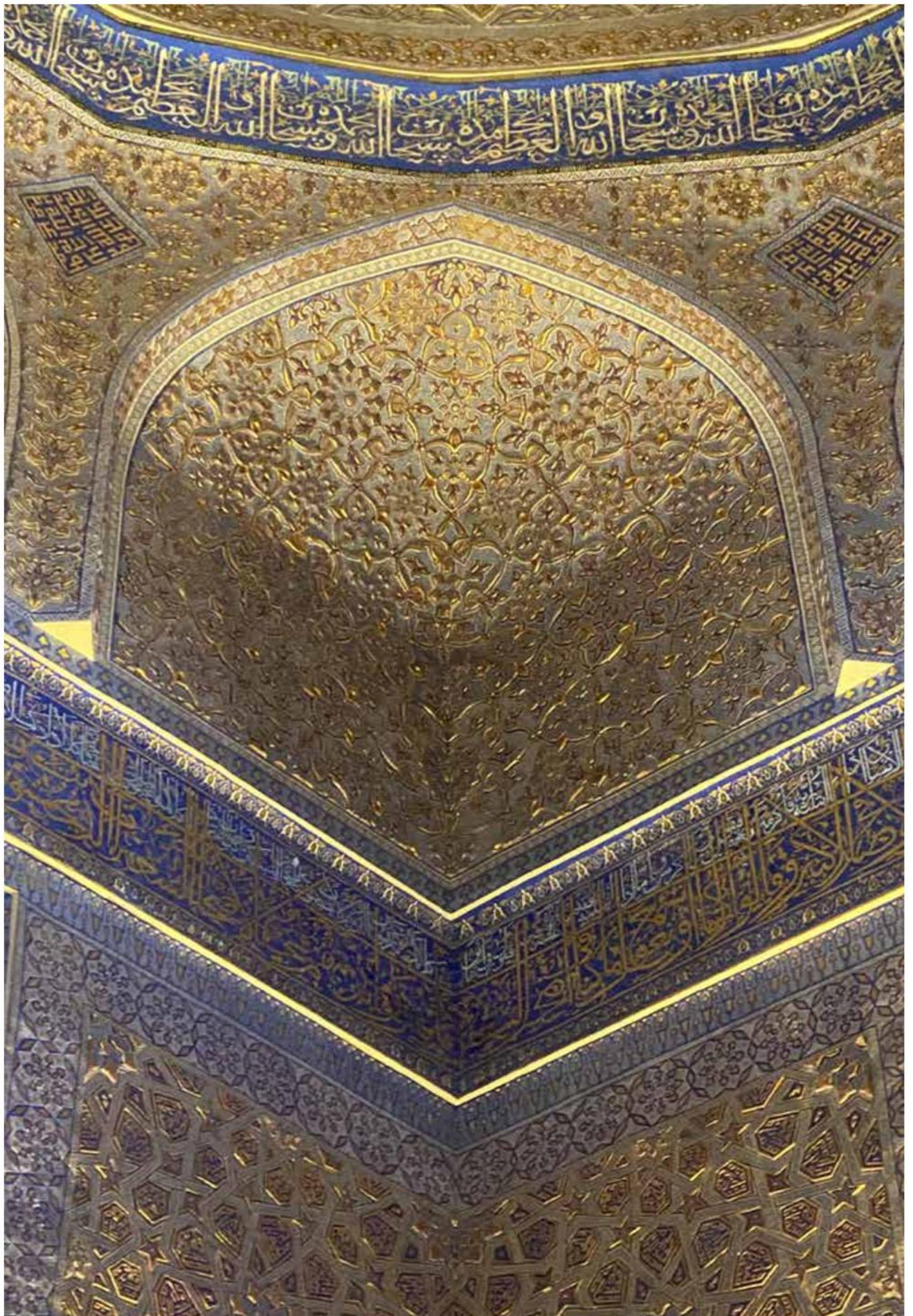
Среди прорывных воззрений В.И. Вернадского именно идеи географии оказались исключительно плодотворными. Многие из них прошли испытание временем в XX веке и сохранились в XXI как ориентиры науки будущего.

Изокасаются не только учения о биосфере—ноосфере, которое, несмотря на свою востребованность, требует дальнейшего подключения современных географических представлений и социоприродных знаний. Плодотворна его идея о существовании большого круговорота веществ и географической оболочки, которая связана потоками веществ в единое целое. И это фундаментальный принцип, лежащий в основе современной физической географии. Тезис Вернадского о воздействии абиотической среды на организм, а также влиянии организмов на среду оказался важным для развития биогеографии — становления новой науки («биофизика ландшафта»), дополняющей геофизику и геохимию ландшафта представлениями о масштабной средообразующей функции биоты. И еще реализуются его идеи об использовании точных методов в географии, в том числе методов высокого разрешения. Именно они позволяют сегодня оценить силу преобразования компонентов среды и реконструировать развитие жизни во времени.

В 60-х годах, в период советской «оттепели», переход к ноосфере трактовался подчас как строительство светлого будущего, реализация мечтаний об искусственном Солнце, садах в Заполярье, морях и каналах в Сахаре, Арктике без полярных льдов, плотинах поперек Берингова пролива и др. В сущности, в интерпретации В.И. Вернадского речь шла о реализации его представлений об «условиях перехода» биосферы (а реальнее — человечества) в ноосферу. Иначе говоря, все эти проекты соответствуют тому полю исследований, которые ассоциируются с предметом географии как науки будущего.

Это и освоение человеком экстремальных для жизни уголков суши и океана, расширение границ биосферы и выход в Космос; это создание единой для человечества информационной системы; это усиление связей между государствами; открытие новых источников энергии и использование атомной; усиление деятельности человека как важной геологической силы; достижение равенства людей всех рас и религий, свобода научной мысли и научных исканий, вовлечение людей в занятия наукой, подъем благосостояния трудящихся, исключение из жизни общества войн, голода, нищеты и болезней и, наконец, разумное преобразование первичной природы Земли.

Мировоззрению В.И. Вернадского свойственен неуклонный исторический оптимизм. И он, находясь у истоков советской географии, дал ей ориентиры перспективных направлений развития, которыми неплохо воспользовалась российская географическая наука. Впрочем, осмысление многих его идей еще впереди...



С. Анофелес

Фото: Марина Балакирева

Бумага из шелка

Бумагу, которую называют шелковой, делают вовсе не из шелка и не из шелковичных червей. Ее действительно получают из отходов шелковичного производства, но называть ее следует шелковичной бумагой, а не шелковой. Вот как ее изготавливают на восстановленном с помощью ЮНЕСКО ремесленном производстве под Самаркандом.

Китайцы — люди хозяйственные и оборотистые, ничто у них в хозяйстве не пропадает. Именно так получается и с отходами производства шелка. Его, то есть шелк, ведь как делают? Берут яйца бабочки шелкопряда, в инкубаторе выводят личинок, продают фермерам, а те сажают червячков на листья шелковицы. Личинки листья грызут так, что на ферме слышен вполне отчетливый хруст, и быстро увеличивают свой размер в 27 раз, а там и окукливаются: сплетают кокон из той самой вожаденной шелковой нити. Однако откуда берутся эти листья?

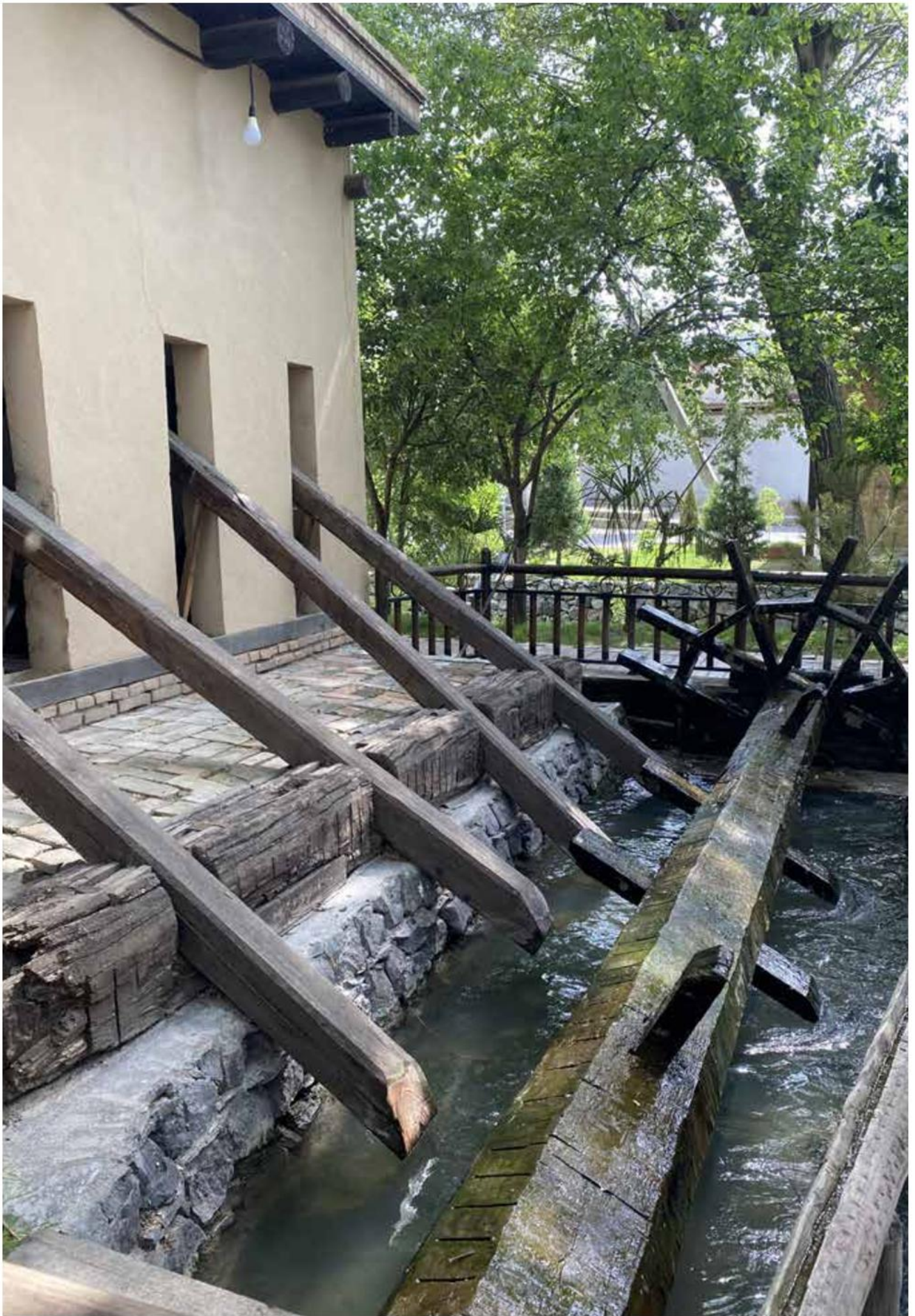
Здесь есть своя технология. Любой садовод знает: если у плодового дерева срезать много веток, то оно отрастит волчки — длинные прочные прутья; так растение стремится быстро восстановить утраченную зеленую массу. Шелковица делает это очень эффективно, и именно на получение таких волчков ориентируются шелководы. В результате многочисленной обрезки дерево шелковицы превращается в толстый пенек, из головы которого торчат десятки длинных прутьев. Путья срезают и отдают листья на съедение шелкоичным червячкам. А что же древесина? Неужели ее выбрасывать?

Нет! Китайцы и ей нашли применение. С прутьев снимают верхний слой свеженаросшей древесины, камбий, прикрытый корой. Кору затем отделяют легкими движениями рук и получают ленты чистой прочной древесины. Ну а ошкуранные прутья можно либо пустить на плетение корзин, либо отправить в топку: производство оказывается безотходным. Полученные ленты тонкой незрелой древесины и превращают в бумагу.



▲ Полоски камбия, содранные с прутьев шелковицы и освобожденные от коры, очень прочные, руками получившиеся ленты не разорвать, только расщепить вдоль

◀ Никто не может даже предположить, что роскошный парус мавзолея Гур-Эмир в Самарканде сделан из бумаги — шелковичного папье-маше





▲ Падая с высоты при проходе кулака, молот с силой бьет по разваренной древесине

◀ Вращаемый силой воды вал своими кулаками давит на деревянные рычаги и поднимает молот, расположенный на скрытой в здании части деревянного бруса

Поначалу это делали только китайцы, однако растущая глобализация сыграла свою роль: секреты и шелка, и шелковичной бумаги стали достоянием многих народов. Согласно легенде, когда арабы в ходе своего восточного похода покорили Среднюю Азию, они столкнулись в районе современного Синьцзяна с китайцами империи Тан. Там случилась важная битва, положившая предел восточной экспансии арабов и ислама. Впрочем, и китайцы не пошли дальше на запад. В общем, историки обеих сторон считают битву успешной. А в частности, были взяты китайские пленные, которые и рассказали арабам о бумажной технологии.

Как бы то ни было, спустя века Самарканд стал центром производства среднеазиатского шелка и параллельно здесь же сформировалось производство бумаги, которое достигло расцвета полтысячи лет тому назад, во времена Тимура и его внука Улугбека. Что не случайно — управление огромной империей требовало большого бумагооборота. Вот столичные, а столицей империи Тимура стал именно Самарканд, бумагоделы и получили объемный госзаказ.

Однако вернемся от истории к технологии. Полоски древесины, содранные с прутьев, весьма прочны, руками их разорвать не под силу. А для изготовления бумаги нужно древесину измельчить. Для этого сырье сначала варят в больших чанах (топливом служат все те же прутья) и отправляют в водяную мельницу на размол. У этой мельницы нет каменных жерновов — вместо них стоят деревянные молоты, закрепленные на рычагах.

Вообще, бумагоделательная мельница очень интересное устройство. Вода течет по специально построенному каналу и вращает колесо, связанное с валом. А на валу сделаны кулаки, которые давят на концы длинных бревен-рычагов. Под действием кулака один конец бревна опускается, а второй — поднимается. Кулак проходит, бревно падает и сильно бьет прикрепленным к нему молотом по содержимому поставленного под молот сосуда. Так вареная древесина превращается в густую липкую кашу.

Следующая операция — формирование самого бумажного листа. Для этого размолотую массу кладут в чан с водой, легким движением рук неглубоко заводят в него рамку с сеткой, разрезая содержащуюся в чане взвесь, а затем вынимают так, что остается тонкий слой будущей бумаги. Волокна в ней оказываются крепко соединены, и практически сразу после того, как вода стечет, лист становится монолитом. Его снимают с сетки и кладут на просушку между двух слоев ткани. А можно попросту наклеить на оконное стекло. Так бумага окончательно высыхает. После того как вся влага испарится, бумагу полируют с помощью камня или гладко отполированной раковины. Бумага становится гладкой, и ее можно использовать.

Впрочем, как и положено в эпоху свободного рынка, некоторые бумагоделы хитрят — добавляют к шелковице хвойные опилки. Качество такой бумаги хуже, зато себестоимость ниже. А ведь важнейшее качество бумаги — несъедобность для любых насекомых и сопротивление грибкам и прочим микробам — связано именно с древесиной шелковицы.

Наверное, самое выдающееся произведение искусства, выполненное из шелковичной бумаги, — элементы сводов мавзолея Тимура, Гур-Эмир. Особенность его конструкции такова. Здание мавзолея имеет форму четырехугольника, который переходит в восьмиугольник, а потом в круг основания купола. Чтобы перейти между этими формами и сохранить красоту здания, нужно создавать весьма непростые



▲ Формирование бумажного листа

архитектурные формы, так называемые паруса, представляющие собой вогнутые треугольники. И самих-то их делать непросто, а расположить на них рельефные узоры еще труднее. Тимуридские мастера нашли выход из ситуации: они изготовили рельефы из легкого шелковичного папье-маше, а потом покрыли их сусальным золотом. Так же украсили и внутреннюю поверхность купола.

Неужели это великолепие целым и невредимым простояло пятьсот лет? Конечно, нет. После убийства Улугбека, по решению клерикалов за отступничество от ислама (вскрытие могилы показало, что его голова действительно была отрублена), в империи тимуридов наступил упадок, длившийся почти четыре сотни лет. Его причиной, впрочем, считают сначала открытие морского пути в Индию в ходе эпохи Великих географических открытий, а затем и появление парового флота. В результате караваны былого Великого шелкового пути утратили значение для международной торговли, ну а транзитные страны потеряли доходы.



▲ Высушенный лист бумаги отделяют от ткани и отправляют на склад

Это вызвало обвал во всех сферах, от государственного управления до системы образования. Не было средств уже не то что на возведение величественных медресе и мечетей с порталами высотой за семьдесят метров, как во дворце Тимура, но даже на поддержание в порядке этих циклопических сооружений блестящей эпохи. Вдумаемся в один факт. В XV веке в Самарканде Улугбек построил гигантский квадрант для проведения астрономических наблюдений. С его помощью были измерены многие параметры звездного неба, например угол наклона орбиты Земли относительно плоскости эклиптики, причем с прекрасной точностью — различие с современными измерениями составляет 20 угловых секунд. А в XIX веке в медресе того же Самарканда учат, что плоская Земля стоит на спинах слонов.

Русский археолог В.Л. Вяткин несколько лет искал обсерваторию Улугбека и нашел-таки ее похороненной под многометровым слоем мусора. Рассказывают, когда русские археологи спрашивали, стоя у надгробного

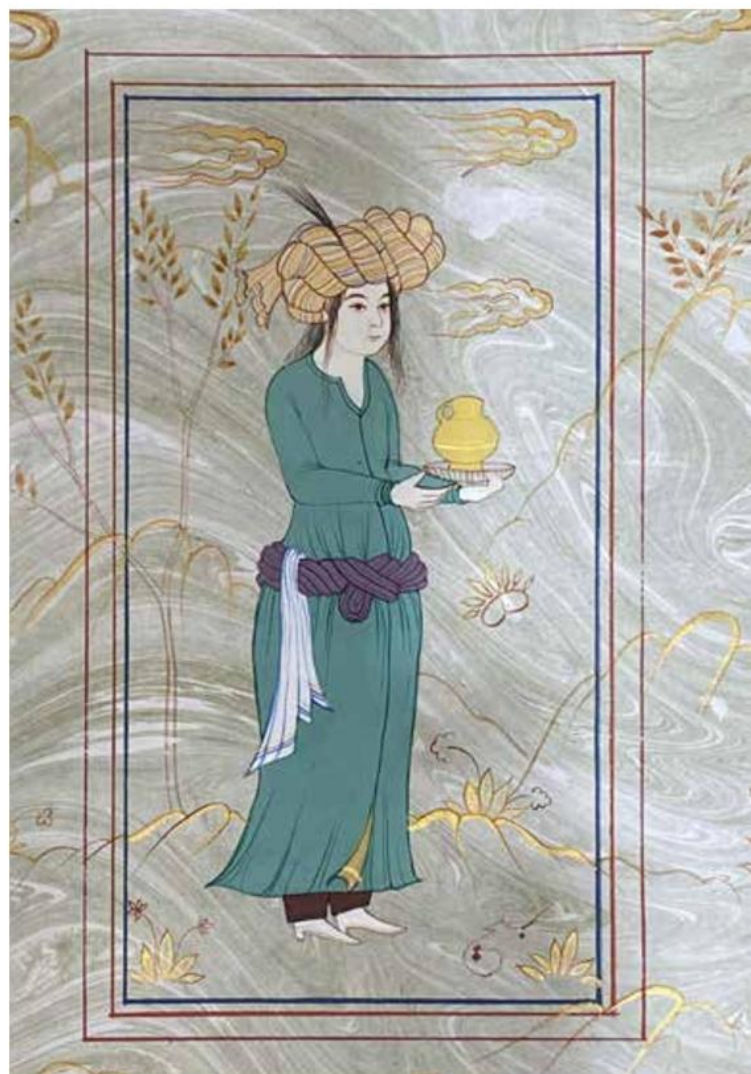


▲ Порой бумагу сушат, наклеив ее на оконное стекло

камня Тимура в его полуразрушенном мавзолее, — чья это могила, местные пожимали плечами и отвечали: какого-то святого.

Некоторое время Великие Моголы, а это были потомки Тимура, изгнанные за Амударью в XVI веке, финансировали ремонт наследия великого предка, но потом и их постиг упадок. Естественно, что бумажные узоры на парусах пришли в ветхость и висели неприглядными лоскутами. Нынешнее же великолепие — результат кропотливой исследовательской работы русских и советских археологов и реставраторов, которым удалось восстановить всю красоту этого памятника тимуридской архитектуры. И в частности, рельефы на парусах из шелковичного папье-маше.

А что же бумажная фабрика? Сейчас она вполне неплохо себя чувствует, продавая бумагу многочисленным художникам Узбекистана. А те рисуют на ней либо копии, либо фантазии на темы чудесных миниатюр, которые мы знаем как персидские и расцвет



▲ Миниатюра, выполненная ташкентским художником на бумаге из шелковицы

изготовления которых приходится как раз на эпоху тимуридов; во всяком случае, именно при Улугбеке этими миниатюрами стали украшать произведения художественной литературы, например сборники сказок «Тысячи и одной ночи».

Интересно, что некоторые художники предпочитают для особенно тонких рисунков использовать не современную бумагу, а старинную, возраст которой исчисляется столетиями. Оказывается, в личных архивах семей, проживающих на территории Узбекистана, можно найти древние хозяйственные книги, выполненные, естественно, из шелковичной бумаги, поскольку никакой другой тогда в этом регионе не было. За прошедшие века эта бумага не стала хрупкой, не пожелтела, а надписи на ней не выцвели. Исторической или религиозной ценности эти книги не представляют, и художники осуществляют круговорот бумаги: надписи стирают и рисуют миниатюры, которые продают туристам. В полном соответствии с идеей: в хозяйстве ничего не должно пропадать.



Почему бы нет?

С. Анофелес

Папье-маше в интерьере

Вскользь упомянутое в статье «Бумага и шелк» использование папье-маше для украшения тимуридского мавзолея Гур-Эмир в Самарканде позволяет предположить интересную историю этого материала, что и попытаемся сделать. Папье-маше на французском языке значит «жеванная бумага», и, согласно легендам, в Европе бумагу действительно разжевывали. Однако сам по себе этот материал никакого отношения к Франции, несмотря на название, не имеет, а, скорее всего, входит в наследие империи Тимура.

Древняя история

Для папье-маше нужно иметь бумагу. Поэтому не удивительно, что первыми этот материал стали использовать в Поднебесной, где бумагу изобрели. Из папье-маше делали военные доспехи и ритуальные маски. А вот лаковые шкатулки или украшения для зданий археологи в Китае найти не могут: им все больше попадаются лакированные изделия из дерева.

Поэтому выходит, что первыми додумались до такого использования папье-маше как раз в империи Тимура. Одна из легенд гласит, что эту технологию в его столицу, Самарканд, принесли из Персии. Действительно, Тимур привлек в Самарканд множество мастеров из разных концов завоеванных им земель. В частности, мавзолей Гур-Эмир, а его Тимур задумывал как исламский учебный центр и гробницу своего любимого внука и наследника Мухаммед-Султана, умершего внезапно, строили мастера из Тебриза. Тебриз – древний город Персии, известный со времен Сасанидов, то есть Античности. Однако во времена Тимура он уже полтора столетия не был ни в какой Персии, а служил столицей монгольского государства, улуса внука Чингисхана Хулагу, где правили его потомки-ильханы, а потом потомки его нойонов; соответственно этих персидских мастеров с теми же основаниями можно назвать и ордынскими.

Вообще, похоже, что Тимур, эмир улуса Чагатай, второго сына Чингисхана, хотел восстановить былую славу и единство ордынской империи, к тому времени во всех своих частях пришедшей в полный упадок. Поэтому присутствие в его столице мастеров из других ордынских улусов, которые возводили там великолепные циклопические сооружения, совсем не удивительно, как и передача ими друг другу секретов разных технологий. Ничуть не исключено, что тебризским мастерам секрет папье-маше передали какие-то выходцы из Поднебесной, как это произошло с техникой рисования так называемых персидских миниатюр.

Ведь в Тебризе никаких памятников архитектуры, украшенных с использованием папье-маше, не зафиксировано. И вообще, на территории Персии лаковая живопись по папье-маше в виде обложки книг появляется только в XV веке, а Гур-Эмир начали строить в 1404 году. Более того, первые опыты по применению папье-маше в архитектуре прошли при строительстве мечети жены Тимура, Биби-ханум, еще в 1399 году. Скорее всего, тебризские мастера пришли к этой технологии уже на месте, когда осознали, сколь трудно будет наносить гипсовые узоры на многометровые криволинейные стенки куполов.

Папье-маше оказалось идеальным материалом: на земле в гипсовых формах выклеивали целые фрагменты облицовки купола, как выпуклые, так и плоские участки узора, а потом готовые листы, гибкие и легкие, гвоздями приколачивали к своду. Кроме

упомянутых двух зданий, больше в тимуридскую эпоху папье-маше не применяли: последующие правители не обладали средствами Тимура и вынуждены были использовать не столь роскошное оформление зданий.

Зато, похоже, возникло другое использование папье-маше: для изготовления лаковых миниатюр, от коробочек, шкатулок, ларцов и до переплетов книг. Очевидно, что без бумаги папье-маше не сделаешь, и как раз на XV век приходится создание бумажных мануфактур в районе Самарканда. Шкатулки из папье-маше и сейчас расписывают изящными персидскими миниатюрами многочисленные ремесленники Узбекистана, правда для их изготовления используют не дорогую шелковичную бумагу, а туалетную, которая к тому же прекрасно впитывает воду.

Кашмирская народная забава

Однако настоящим раем для изготовителей изящных вещиц такого рода оказался Кашмир. Согласно одной легенде, отраженной в Википедии, это искусство на север Индии принесли в XIV веке мастера, бежавшие из государства илханов во время похода Тимура на запад, причем бежали они то ли от войны, то ли от религиозных гонений, поскольку возглавлял их суфийский мистик Мир-Саид Али-Хамадани, обративший Кашмир в ислам.

По другой же, эту технологию привез в XV веке некий местный принц, который полжизни провел в Самарканде, видимо, в качестве заложника, отчего и имел возможность ознакомиться с местными техническими новинками. Это вполне возможно, поскольку Тимур во время своего индийского похода выставил такую дань кашмирскому султану Сикандеру, что тот не смог ее выплатить, однако они расстались друзьями, а сын султана Фируз вскоре уехал куда-то «в Персию», сопровождая Али-Хамадани. Если верна вторая версия, значит, этот кашмирский промысел, который снабжал изящными вещицами – шкатулками, ларцами, подсвечниками, чашами, кубками, вазами и прочим, – всю Индию, имеет прямое отношение к тимуридскому наследию.

Расцвет же кашмирского промысла приходится на время правления другого сына Сикандера, султана Зайн-уль-Абидина, который был большим покровителем искусств. Восхищенный великолепием изделий из папье-маше, украшенных богатыми росписями по лаку, он скупал их у местных ремесленников, финансировал поиск новых форм, красок, узоров и даже основал султанскую мастерскую. В XXI веке с вытеснением бумажных газет бесплотным Интернетом, кашмирский промысел лишился дармового сырья и стал приходить в упадок. Впрочем, сейчас власти штата озабочены восстановлением производства, которое объявлено культурным наследием, и хотят ввести обязательный курс мастерства папье-маше в школьную программу.

Английский вклад?

Но вот приходит XVIII век, в Индии активно работают Британская и Голландская Ост-индские компании. Вторых, впрочем, больше интересуют поставки в Европу пряностей, а вот первым нравятся все ресурсы этого субконтинента. Пока власть Великих Моголов над Индией была крепка, европейским купцам пришлось довольствоваться побережьем. Но в XVIII веке империя пришла в упадок, и англичане проложили путь в глубь страны. Прямых указаний на то, что именно так они узнали рецепт кашмирского папье-маше, нет, но как раз в XVIII веке в Европе, прежде всего в Бельгии и Англии, начинается бум папье-маше, покрытого лаковой росписью.

Чего только из него не делают, от маленьких коробочек до огромных вычурных стульев и шкафов, балдахины для кроватей богачей. Есть сведения, что даже балдахин над королевским тронном, который стоял в палате лордов в XIX веке, был сделан из папье-маше. Это не случайно, ведь папье-маше позволяет легко в прямом и переносном смысле слова воплощать самые замысловатые фантазии дизайнера. А до его появления в руках мастеров были разве что отливки из металла или гипса. Конечно, стул из гипса сделать можно, но это будет не очень практично. Иное дело папье-маше, внутрь которого вставлен деревянный каркас для прочности. Интересно, что в XVIII веке бумагу для папье-маше действительно жевали, например, об этом прямо пишет биограф английского скульптора Джозефа Уилтона: он видел в мастерской двух пожилых французов, которые жеванием бумаги зарабатывали себе на жизнь.

И тут наступил XIX век – индустриализация Западной Европы. Это качественно сказалось на судьбе папье-маше. Если в Азии, да и в России, в том же Палехе, по-прежнему руками создавали коробочки под покраску лаком и росписи миниатюрами, то в промышленных странах появилась возможность формовать их с помощью механических прессов. То есть в рамках не ремесленничества, а массового производства, благо до эры телевидения с Интернетом было еще далеко и газеты издавали столь огромными тиражами, что недостатка в бумажном вторсырье не было.

Первым, кто приложил руку к такого рода производству, был Чарльз Фредерик Бьелефилд, который опубликовал в 1842 году целую книгу о перспективах использования папье-маше для украшения интерьеров. В ней он приводит такую историю развития идеи интерьерного папье-маше.

Польза готики

До поры до времени англичане обходились для изготовления декоративных элементов гипсом или резным деревом. Однако это удовольствие было не из дешевых, позволить себе резные потолки могли только очень богатые люди. Ну и понятно, из дерева сделать какие-то



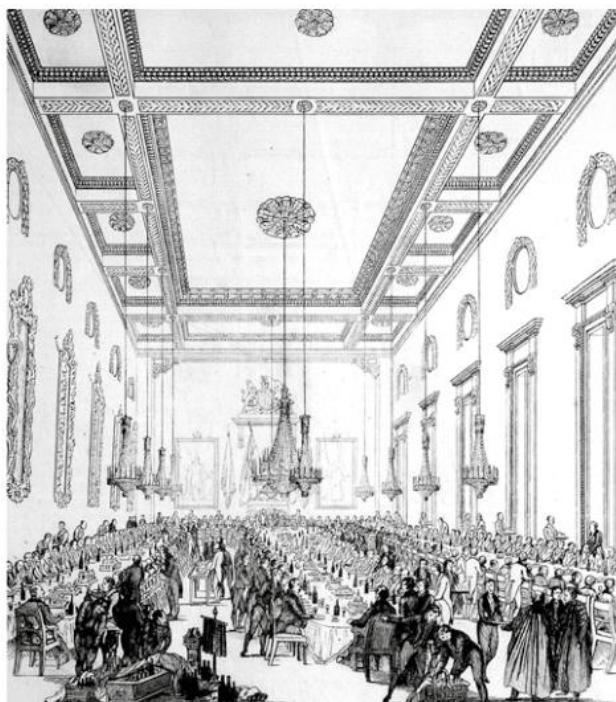
▲ Псевдоготический потолок на вилле Горацио Уолпола выполнен из папье-маше в 1752 году

сильно рельефные своды не удастся. А тут в середине XVIII века начинается эра неоготики; adeпты готического возрождения желают иметь в своих замках и виллах готический интерьер, со сводами, арками, ключ-каменьями, изощренной резьбой.

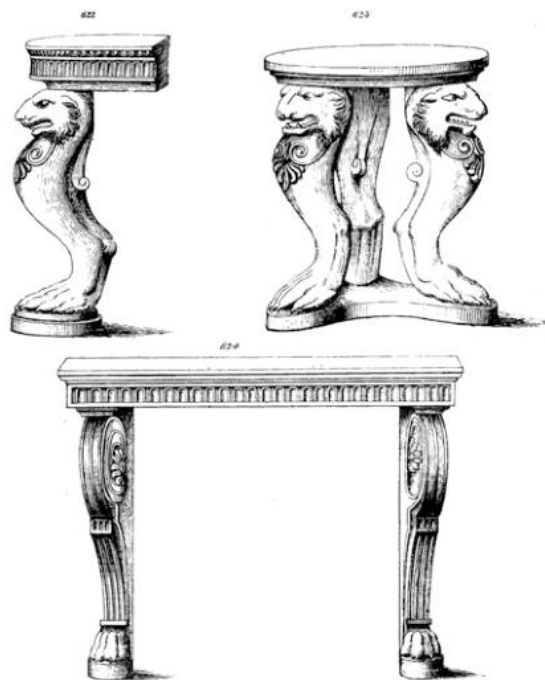
Таков был, например, Горацио Уолпол, написавший первый готический роман «Замок Отранто». Он купил поместье Строберри-Хиллс на берегу Темзы и решил превратить эту виллу в готический замок, каким его себе представлял. И так перед его приятелем, тоже adeптом готики, архитектором Сандерсоном Миллером, встала проблема, аналогичная имевшейся у тимуридских мастеровых за три века до того: из чего же делать эти вычурные интерьеры с крупными рельефами?

Возводить из тесаного камня настоящие готические строения никак невозможно – дорого и долго. Из гипса нереально – украшения выйдут очень тяжелыми, их нелегко крепить, а в случае обрушения произойдет несчастный случай. И, о чудо, решение оказалось тем же: возьмем легкий и удобный в работе материал – папье-маше. С помощью него на вилле Строберри-Хиллс был создан подлинный шедевр, сохранившийся до наших дней.

Вилла Уолпола и другие аналогичные здания той же эпохи были конечно же уникальными, разработанными по индивидуальному проекту. Дизайнеры папье-машовых интерьеров разъезжали по стране с образцами



▲ По мысли Бьефельда, совсем не трудно типовыми элементами из папье-маше создать роскошный интерьер даже в таком историческом здании, как лондонская штаб-квартира Гильдии бакалейщиков. К сожалению, здание полностью сгорело в 1965 году



▲ В своей лондонской студии Бьефельд торговал не только элементами декора стен, но и выполненными из папье-маше элементами оформления мебели. Так современные мебельщики норовят на простой деревянный каркас приделать декоративные панели из облицованного шпоном МДФ, современной модификации папье-маше.

Эти два рисунка взяты из книги Charles Frederick Bielefeld «On the Use of Improved Papier-Mâché in Furniture, in the Interior Decoration of Buildings, and in Works of Art», J. B. Nichols and Son, London, 1840

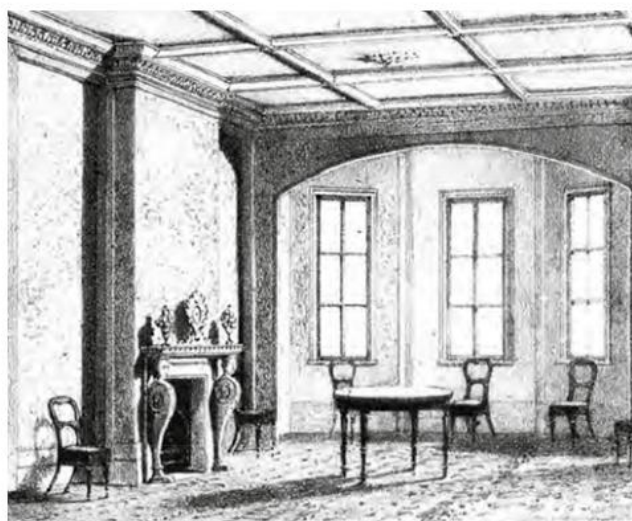
своей продукции и продумывали вместе с заказчиком все детали. Это стоило дорого. Бьелефилд решил процедуру упростить и подготовил каталог стандартных деталей.

Делать их было проще простого: заливаешь в форму массу из размоченной и раздробленной на волокна бумаги с клеем, отправляешь в печь, сушишь и вскоре вынимаешь готовое изделие. Для повышения гладкости в смесь можно добавить немного гипса; выйдет несколько тяжелее, но зато поверхность без крупных изъянов. Если гипса будет много, то отливка получится с идеальной поверхностью, но легче и гораздо прочнее цельного гипса, ведь это будет композит, в котором волокна бумаги препятствуют развитию трещин.

Впрочем, для изготовления прочных и легких изделий все эти хитрости не подходят, надо брать шаблон и по нему выклеивать цельные листы бумаги – именно так делали папье-маше для крупных силовых деталей вроде спинок стульев. В общем, в распоряжении мастера имеется много возможностей сделать то, что нужно потенциальному заказчику.



papier mâché villa



▲ Эту изящную виллу и ее интерьер Бьелефилд предлагал делать из папье-маше, укрепленного стальным каркасом. В оформлении камина легко опознать типовую деталь из его каталога

Бьелефилд неплохо торговал по каталогу, но увлекся и совершил роковую ошибку, а именно – вложил все деньги в идею, опередившую свое время: изготовление типовых деталей из папье-маше для быстровозводимых домов, и даже отправил первую партию в Австралию, где одноэтажные коттеджи были возведены за двое суток. Эти сооружения не сохранились, но их изображения включены в каталог архитектурного наследия Австралии.

Торговля сборными домами не пошла, да еще пожар уничтожил лондонскую студию Бьелефилда, в общем, гениальный изобретатель умер в нищете. Но дело его не пропало: в конце XIX века каталоги деталей интерьера из папье-маше пользовались популярностью, при этом немалую долю заказов по ним делала русская знать. Впрочем, в Российской империи были и свои мастера интерьерного папье-маше. Так, в Юсуповском дворце в Санкт-Петербурге висят массивные на первый взгляд люстры из позолоченного папье-маше (фото на стр. 38). Несмотря на свои огромные размеры, весят они относительно немного, под центнер, а сделали люстры на московской фабрике Александра Зеинлейна.

Пластики, которые легче и прочнее бумаги, а работать с ними несравнимо проще, в XX веке вытеснили традиционное папье-маше из строительства, но не из нашей жизни. Например, МДФ, волокнистая плита средней плотности, полученная столь же мелким размолотом древесины, что и бумага, есть практически в каждом доме в виде дверец кухонных шкафов. Ну а самый обыденный пример современного папье-маше, демонстрирующий ту легкость, с которой этот материал принимает самую замысловатую форму, – это бумажные упаковки для яиц. Кстати, будучи размоченными в воде с добавками клея они служат прекрасным сырьем для изготовления самых разных предметов из папье-маше, от скульптур до ловушек пчелиных роев.

Папье-маше из коробок из-под яиц

Коробки надо разорвать на мелкие кусочки, залить на ночь кипятком и потом размолоть блендером. Затем добавить несколько ложек клея ПВА или крахмального клейстера, завернуть в марлю, поставить под гнет. Через день лишняя вода стечет и с бумажной массой можно работать: слепить что-то как из пластилина, отпрессовать в форме или нанести слоями на шаблон. В последнем случае, если между слоями проложить, скажем, стеклопластиковую сетку для штукатурки, прочность папье-маше повысится. Готовую поделку нужно сушить несколько дней при постоянной температуре в сухом помещении. Потом покрасить.



Ренессанс пиратства. Почему?

Все мы читали в детстве книги о пиратах. Слышали о Черной Бороде, о Фрэнсисе Дрейке, о веселом Роджере с черепом и костями, который вьется по ветру. Конечно, знали пиратскую песенку «Йо-хо-хо и бутылка рома».

Меня, кстати, очень занимал вопрос, почему среди пиратов было так много одноглазых. Выглядело так, как будто это специальная мода такая. И я была недалеко от истины. Говорят, что пираты носили повязку вовсе не потому, что у них не было глаза. Просто с повязкой было удобнее прицеливаться в бою. Бой мог случиться в любой момент, поэтому повязку носили, не снимая, чтобы она всегда была на месте.

Золотой век пиратства пришелся на XVII–XVIII века. Тогда Мировой океан был ареной борьбы между Испанией, Англией и некоторыми другими колониальными державами. Чаще всего пираты зарабатывали на жизнь самостоятельно — грабили со своей командой торговые суда. Однако некоторые из них были на государственной службе и целенаправленно

мочили иностранный флот по поручению и с благословения, например, королевы Елизаветы I.

Поэтому неудивительно, что подавляющее большинство самых известных пиратов — это англичане. Генри Морган, Чарльз Вейн, Фрэнсис Дрейк, Эдвард Тич, он же Черная Борода, и многие другие были английскими моряками.

Встречались среди них и женщины. Энн Бони известна миру как «повелительница морей». Она выросла в богатой ирландской семье, получила хорошее образование, жила в роскошном особняке. В общем, у дочурки было все. Но когда отец решил выдать ее замуж, насильно, она сбежала из дому с простым моряком. Вскоре познакомилась с пиратом Джеком Рэкхемом, он взял ее на свой корабль, и понеслось. Пишут, что в смелости и умении драться Бонни не уступала мужчинам-пиратам.

Казалось бы, эти пиратские времена давно уже канули в Лету. Нет уже никакого разбоя на морях, потому что незачем. Но в последние годы я все чаще слышу о пиратских нападениях на суда у берегов Африки, в Гвинейском заливе, в Карибском бассейне, в Индийском океане... И возникает вопрос — а с чего это вдруг?

Возможно, все дело в том, что мы, благодаря Интернету, стали лучше информированы. Но есть и другой взгляд на эту проблему. Оказывается, виновник здесь — глобальное потепление.

К такому выводу пришел известный профессор криминологии и уголовного права Гэри Лаффри из Университета Мэриленда со своим бывшим аспирантом Бо Цзяном, доктором Университета Макао.

Недавно они опубликовали результаты исследования, которое показывает, что повышение температуры моря воздействует на морскую преступность. Как они это выяснили? Очень просто. Ученые проанализировали и сопоставили данные за 15 лет о температуре поверхности моря и пиратстве в Южно-Китайском море и водах у берегов Восточной Африки. И обнаружили интересную картину.

В Восточной Африке по мере роста температуры моря шли два параллельных процесса. Первый процесс — сокращалась добыча рыбы просто потому, что теплая вода рыбе была некомфортна и она уходила. Второй процесс — росло количество пиратских нападений в этих местах. Вывод — потеря легального заработка на ловле рыбы приводила к росту преступности на воде. Логично.

А вот в Южно-Китайском море шел противоположный процесс. По мере роста температуры морской воды некоторые промысловые виды рыб в этом регионе, напротив, начинали активно размножаться. Производство рыбы росло, доходы семей, занятых в рыбной промышленности, — тоже. Так что стимулов для совершения пиратских действий не было. И пиратство пошло на убыль. Тоже логично.

Итак, глобальное потепление повинно не только в засухах и наводнениях. Оно еще и создает благоприятные условия для морского терроризма. Авторы исследования, о котором я рассказывала, получили грант, чтобы продолжить свои изыскания. Ученые планируют собрать и проанализировать данные в прибрежных водах 109 государств, чтобы получить представительную выборку.

Но я отношусь с осторожностью к таким корреляциям. Как известно, *correlation is not causation*. То есть корреляция еще не означает наличия причинно-следственной связи. Так говорят в науке.

Я в таких случаях всегда вспоминаю сюжет из книги «Физики шутят» — о вреде огурцов. Там приведена куча убойных аргументов, не оставляющих сомнений в том, что употребление огурцов смертельно опасно. Например — среди людей, родившихся в 1839 году и питавшихся впоследствии огурцами, смертность равна 100%.

Понятно, что это — упражнение в сравнительной логике и математической статистике. Возможно, в случае с пиратством его связь с глобальным потеплением будет все-таки доказана, но как следует, как это принято в науке. Посмотрим.



Волосы как возобновляемый ресурс

Без природных ресурсов человечество жить не может, потому что ему надо питаться, возводить дома, обогревать их, производить машины, самолеты и корабли и топливо для них и так далее. Конечно, наиболее интересны возобновляемые ресурсы, чтобы не болела голова из-за истощаемости.

В поисках возобновляемых ресурсов человек присматривается ко всему, чему угодно. Но, как ни странно, обходит себя самого. А ведь человек — это источник возобновляемых ресурсов. Речь идет не о биологических субстанциях, от которых человек избавляется каждый день, а о волосах, которые большинство жителей Земли стрижет в среднем раз в месяц.

Количество волос, суммарно образующихся во всех парикмахерских мира, измеряется, наверное, десятками, а то и сотнями миллионов тонн каждый месяц. Эти отходы выбрасывают на свалки или сжигают. Несколько лет назад слышала об использовании волос для очистки водоемов от нефти и другой органики. Волосами, собранными в парикмахерских, набивали чулки, колготки

или что-то такого рода и бросали в канавы, по которым текла грязная вода. И волосы прекрасно адсорбировали грязь — бензин, мазут и прочую органику, которая с городских дорог стекала в канавы.

Однако волосы не только прекрасные адсорбенты. В их состав входят два ценнейших вещества: белок кератин и высокомолекулярные пигменты со сложным составом — меланины. Из волокон кератина построен волос, а меланины отвечают за его цвет.

Оба эти природные вещества можно было бы использовать в медицине. Но для этого их надо извлечь из волос. Химические методы, конечно, есть, но они жесткие, использующие агрессивные вещества, которые ломают структуру меланина, да и кератина тоже.

Теперь такой мягкий, неразрушающий метод извлечения появился. Его придумали индийские химики из Индийского института химической биологии, Президентского университета и Академии научных и инновационных исследований. Состриженные в парикмахерских волосы промывают, нарезают и помещают в ионную жидкость, а именно — хлорид 1-бутил-3-метилимидазолия. Жидкость растворяет волосы, разрушая водородные связи, которые удерживают белковые цепочки кератина вместе. В раствор также переходят и неповрежденные меланины волос. А уж извлечь их из жидкости — дело техники. Нагрел, солянки добавил — меланины выпали в осадок. А кератины извлекли диализом.

Так, одной щадящей процедурой ученые сумели вытащить из волос и кератин, и меланин в целости и сохранности. Для чего же они пригодны? Кератин хорошо совместим с кровью, поэтому его можно использовать для изготовления материалов и устройств, контактирующих с кровью, — каркасов для тканевой инженерии, катетеров, гемостатов и тому подобных.

А меланины поглощают ультрафиолет и видимый свет, а также свободные радикалы, то есть обладают антиоксидантными свойствами. И антибактериальными тоже. И это отличные рекомендации для использо-

вания меланинов в солнцезащитных кремах и пленках, например.

Остается добавить, что отработанную ионную жидкость можно использовать повторно. Действительно, широко простирает химия руки, теперь — и в тела человеческие.



Замедлим старение мозга

Можно ли замедлить старение мозга? Можно. Во всяком случае для людей с ожирением такой алгоритм уже есть. Исследователи из Университета Бен-Гуриона в Негеве выполнили крупномасштабное долгосрочное клиническое исследование продолжительностью 18 месяцев, в котором участвовали 300 человек.

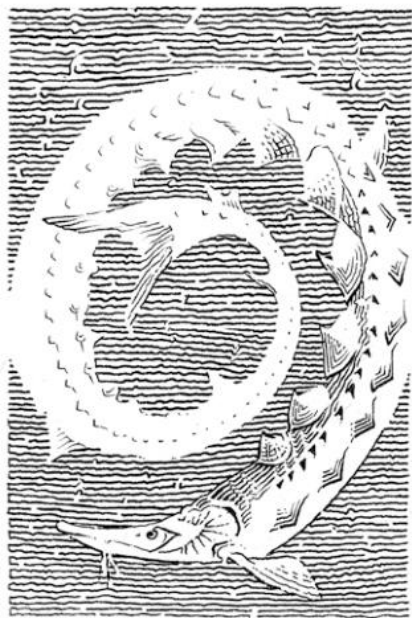
В этой группе было 102 человека с избыточным весом, которые соответствовали критериям ожирения. Участникам детально сканировали мозг в начале и в конце программы, через 18 месяцев. Попутно исследователи проводили и другие тесты и измерения. Тут надо напомнить, что ученые сегодня умеют определять по сканам реальный возраст мозга, независимо от хронологического.

В течение 18 месяцев участники эксперимента сидели на зеленой средиземноморской диете, в которой больше полифенолов, то есть растительной

пищи, чем в обычной средиземноморской диете, и меньше переработанного красного мяса. Плюс к этому участники выпивали 3–4 чашки зеленого чая и 1 чашку зеленого коктейля из ряски *Wolffia globosa* (манкай) в день. Похудели, конечно.

Каковы же итоги? Оказалось, что у человека с ожирением, потерявшего 1% массы тела за 18 месяцев, мозг помолодел на 9 месяцев! Произошли изменения и в печени — в ней снизилось содержание жира и печеночных ферментов. А это важно для старения, поскольку и жир в печени, и выработка в ней специфических ферментов плохо влияют на здоровье мозга при болезни Альцгеймера.

Еще одно исследование еще раз подтвердило: чтобы мозг был здоровым и не старел, надо есть больше растительной пищи и меньше сладостей, напитков и обработанных продуктов. Результаты недавно опубликованы в eLife.



Осетры и кабаны как биоиндикаторы

Давайте поговорим сегодня о биоиндикации. Красивое слово, правда? Даже звучит как-то особенно модно. Похоже на цифровизацию, капитали-

зацию, урбанизацию... Чтобы понять, что это такое, расскажу историю, которая случилась в середине 60-х годов в Волгограде.

Тогда на большом химическом заводе прорвало накопители, и сточные воды хлынули в Волгу. Дело было летом, стояла чудовищная жара, все хотели купаться, но в воду войти было нельзя. Тогда погибло множество осетров и прочей рыбы.

Повторяю, дело было в 60-х годах. Золотая пора большой химии, с которой человечество связывало надежды на светлое будущее. Это было время, когда рубашки из хлопка запылились в дальний угол комода, потому что появились крутые нейлоновые рубашки, хотя они щелкали и искрились от статического электричества. А дубовые серванты и столы понесли на помойку, чтобы заменить их новомодными кухнями из ДСП и пластика.

Вообще, безопасность, выбросы и стоки — это самые уязвимые места любого химического производства. Правда, сегодня мы уже знаем, как с этим работать и держать под контролем. Научились. Но тогда, в 60-х, аварийный сброс химических стоков в Волгу прозвучал как гром среди ясного неба. Катастрофа была чрезвычайно резонансной.

Алексей Николаевич Косыгин, председатель Совета министров СССР, распорядился наказать виновных по всей строгости, чтобы другим впредь неповадно было. Главного инженера осудили на два года, начальника ЦЗЛ и начальника производства смолы, дающего самые грязные стоки завода, осудили условно. И всем трем вняли колоссальный денежный штраф.

Эта история с таким жестким сценарием подействовала на химическую отрасль как отрезвляющий душ. Все бросились решать проблемы стоков и выбросов, на которые еще вчера плевали и которые накапливались на заводах годами. Большинство проблем решили за три-четыре года.

И вот — одно из красивейших решений, которое использовали на том самом химическом заводе в Волгограде. Возможно, мы уже рассказывали о нем в нашем журнале. Надо было непрерывно контролировать качество

сточных вод. Но как? Специального аналитического оборудования еще не было. И тогда решили использовать самый надежный контроль — биологический, или биоиндикацию. На завод пригласили ихтиолога, и он наладил систему непрерывного мониторинга, в которой главными индикаторами были мальки осетров.

Ихтиолог регулярно отправлялся на рыбзавод, брал там малышей-осетров размером сантиметров десять, привозил на химический завод и распределял по большим стеклянным аквариумам. Они стояли в каждом цеху, и через них круглые сутки протекала сточная вода этого самого цеха.

Как же работала система? Оказывается, мальки осетров очень чувствительны к загрязнению воды посторонними веществами. Если их концентрация была хоть немного превышена, мальки становились уродцами — у них изгибалась нежная хорда, и они превращались в плавающие загогулины.

Для работников цеха наблюдать такую картину на рабочем месте было невыносимой мукой. Видеть малька, изуродованного по твоей вине, никому не хотелось. Работники умоляли как можно скорее заменить уродцев на здоровых детенышей и гарантировали, что больше такого не повторится.

Итак, главную роль в биоиндикации играет живое существо. И претендентов на эту роль в природе довольно много. Есть растения, которые накапливают те или иные химические элементы из почвы и подсказывают геологам, где какие полезные ископаемые спрятаны.

Например, маленькая орхидея венерин башмачок растет на почвах, богатых кальцием. На повышенное содержание цинка в почве реагируют фиалки и анютины глазки — на такой почве они расцветают особо крупными цветами. На присутствие в почве никеля указывает сон-трава. А если пышным цветком расцвела гипсофила из семейства гвоздичных, то где-то поблизости есть медь.

Среди растений есть и любители золота. Например, пихты и сосны накапливают его в своих шишках. Акукуруза — это и вовсе суперпоглотитель.

Пишут, что из тонны золы кукурузных отходов можно извлечь до 60 г золота. Еще один накопитель золотых запасов — это скромный хвощ. И это, разумеется, лишь несколько примеров.

Как видите, и растения, и рыбы могут работать биоиндикаторами. А есть ли такие среди млекопитающих? Есть. Например — кабаны. И это — свежая научная новость от немецких ученых. Оказывается, печень кабанов накапливает перфторуглероды, или полифторированные алкильные соединений. Это большая группа веществ. Типичный их представитель — тефлон. С этими веществами мы сталкиваемся каждый день, потому что они присутствуют во многих предметах, например в одежде, защищающей от дождя, или в антипригарном покрытии на сковородах.

Эти вещества очень стойкие, они практически не разлагаются в природе и потому накапливаются в окружающей среде. Они могут плохо влиять на здоровье человека, поэтому их содержание в окружающей среде надо контролировать. Но как, если в этой группе насчитывается более 10 тысяч соединений? Сбирать, выделять их из окружающей среды и анализировать вряд ли возможно.

И вот немецкие исследователи из Центра экологических исследований им. Гельмгольца в Лейпциге придумали другой метод мониторинга — использовать диких свиней в качестве биоиндикаторов. А точнее — их печень, которая накапливает перфторуглероды.

Ученые проверили свою гипотезу на печени кабанов, обитавших на разных землях — вокруг промышленной площадки, на сельскохозяйственных и на контрольной площадке, видимо, в лесу. В образцах их печени искали 66 различных соединений этой группы. И нашли. Но прежде содержание этих 66 соединений — не десятка тысяч — определили в почвах площадок химическими методами.

В печени кабанов, обитавших возле промплощадки, этих веществ оказалось больше всего — в два раза больше, чем на полях, и в восемь раз больше, чем в лесу. Эти данные соотносились с теми, что исследователи

получили с помощью химического анализа почв. Так что метод работает.

Ученые пишут в статье, что «с помощью печени дикого кабана загрязненные участки могут быть обнаружены и разграничены гораздо проще». Только вот как незаметно забрать у кабана его печень? Неужели придется отстреливать биоиндикатор? Ученые говорят, что охота на кабанов происходит повсеместно и охотники, как правило, печень кабана не едят. И теперь мы понимаем, что правильно не едят. Так что поставщиками кабаньей печени могут быть охотники.

Вот такая интересная биоиндикация. Но я хочу вернуться к истории про осетров, с которой начала. Мне поведал ее Сергей Викторович Голубков. В то время он работал начальником одного из цехов на том самом заводе в Волгограде.

Когда случилась катастрофа, трем руководителям выписали штраф — сумма за пределами фантастической для 60-х годов, сотни тысяч рублей. Сергей Викторович объявил на заводе, что собирает деньги для погашения штрафа и что все желающие инженерно-технические работники могут присоединиться. Присоединилось 1500 человек, причем каждый внес по своему месячному окладу, а тогда он в среднем составлял 150 рублей. Так что искомую сумму собрали и штраф погасили.

А потом было смешно. Сергея Викторовича вызвали в партком и объявили, что за деятельность по сбору денег решено исключить его из партии. А он ответил: «Я, конечно, согласен с вашим мудрым решением, но есть одна маленькая проблемка — я не член партии». Надо было видеть их изумленные лица. В общем — посмеялись и разошлись.

Тогда Сергею Викторовичу было 26 лет. А еще через 13 лет он стал заместителем министра химической промышленности, легендарного Л.А. Костандова, члена редколлегии нашего журнала советской эпохи. И вместе они построили мощную химическую индустрию в нашей стране, которую в 90-х планомерно изничтожали. Так было.



Отрицательный результат и массаж мозга

По долгу службы я много лет просматриваю научные журналы. Должна вам сказать, это занятие с каждым годом становится все менее интересным. Потому что мелкотемье, в большинстве случаев результаты предсказуемы и рутинны. И нет никаких отрицательных результатов! А ведь прежде, правда — давно, их публиковали, потому что отрицательный результат — это то, что может привести к настоящему открытию.

А положительный результат — это когда мы в очередной раз подтверждаем, что старик Фарадей был прав. Либо уточняем пятый знак после запятой. Либо — получаем нечто, имеющее сугубо прикладное значение.

Отрицательный результат — это стимул к появлению нового, указатель, куда надо двигаться, чтобы это новое найти. И здесь самое время вспомнить Наталью Петровну Бехтереву, выдающегося ученого, которая умела задавать живому мозгу вопросы в виде эксперимента, и он на них отвечал.

Долгое время Наталья Петровна увлеченно занималась исследованием творчества. Была гипотеза, что в

момент решения творческой задачи у человека активируются определенные участки мозга. Какие же? Решили выяснить это в эксперименте.

Функции мозга сегодня исследуют с помощью электроэнцефалографии. Этому методу, который придумал и ввел в исследовательскую практику физиолог и психиатр Ганс Бергер, без малого сто лет. На голову пациента или добровольца накладывают электроды и с их помощью регистрируют биоэлектрическую активность мозга.

Откуда она берется? А дело в том, что нейроны, из которых состоит мозг, общаются между собой на языке электрических импульсов. Их сила и амплитуда постоянно меняются. Они могут усиливать друг друга или ослаблять. Но в пределах отдельного участка мозга эти импульсы должны быть согласованными. Это и есть биоэлектрическая активность мозга, которую регистрирует энцефалограф.

Вот с ее помощью и решили посмотреть, какие участки мозга активируются в момент творчества. Участник эксперимента, на голове которого разместили электроды, мысленно решал творческие задачи, а исследователи смотрели, что происходит с биоэлектрической активностью мозга.

И случилось неожиданное. Энцефалограмма показала, что никакой активации отдельных участков мозга нет, они все работают согласованно! Это был отрицательный результат, не подтверждавший гипотезу. Тут-то и началось самое интересное. Ведь мозг не может не реагировать на творчество, он же непосредственный участник процесса. В чем же дело?

Пришлось пересматривать идею и предположить, что в момент творчества активируется весь мозг, полностью. Это, конечно, звучало не очень убедительно, поэтому исследователи скептически отнеслись к такой идее. Но отрицательный результат предыдущего эксперимента подсказывал именно такой ход мысли.

И тогда в лаборатории Натальи Петровны поставили другой эксперимент. Добровольца, мысленно решавшего творческие задачи, поместили в позитронно-эмиссионный томограф. И он наглядно показал, что

в момент творчества действительно активизируются все, абсолютно все участки мозга. Все они приходят в боевую готовность, потому что мозг не знает, какие ресурсы потребуются ему в следующую секунду.

Теперь нам понятно, почему самый сильный стимул для развития мозга — это творчество и фантазия. Академик С.В. Медведев считает, что «сегодня компьютеры со своими игрушками, социальными сетями, бесконечными картинками и видеосюжетами отвлекли детей от чтения книг. И это губительно для индивидуального развития мозга, потому что только чтение книг (без картинок) будит и развивает фантазию и воображение. Ты должен мысленно переноситься в разные эпохи, представлять себе героев, как они одеты, как держатся, думать вместе с ними, принимать решения. У каждого из нас был свой образ д'Артаньяна, отчаянного 17-летнего мальчишки. А теперь для всех он — Михаил Боярский. Мы меньше думаем, что будет, если... и все больше используем готовые решения, почерпнутые в Интернете».

Именно от мозга, от его натренированности и готовности к битвам любого рода, зависят и наше здоровье, и долголетие, и качество жизни, и успех. Поэтому, следуя заветам Натальи Петровны Бехтеревой, мозг надо постоянно тренировать, заставлять заниматься творчеством, подбрасывать ему интересные творческие задачи.

Это не означает, что надо заставить себя написать картину, роман или поэму. Можно ставить перед собой более скромные, но не менее интересные и полезные для мозга задачи. Например, взять пять-семь-десять случайных слов и написать короткий рассказик с их использованием.

Я этим занимаюсь каждый день, это моя работа. Поэтому мне больше нравится другая тренировка — написать короткий связный текст, желательно интересный, с сюжетом, где все слова, кроме союзов и предлогов, начинаются на одну букву. Такая литературная форма называется тавтограмма. Известны тавтограммы-скороговорки, придуманные для детей. Например — «Четыре чёрненьких чумазеньких чертёнка

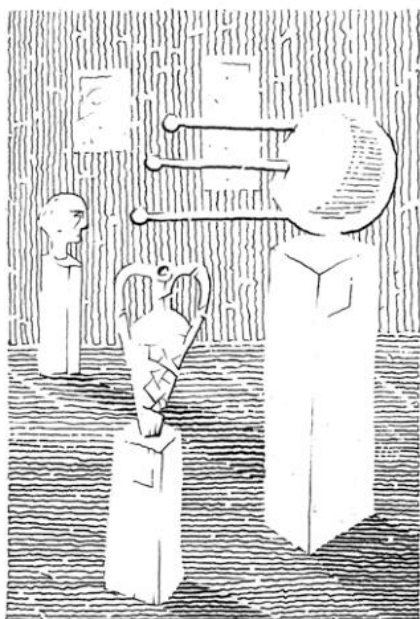
чертили чёрными чернилами чертёж чрезвычайно чётко».

Самые простые для тавтограммы буквы — это **п** и **о**. Вы сильно удивитесь, когда поймете, как много есть слов на буквы **п** и **о** и какие длинные тексты можно из них составить. Специально для этой заметки придумала пару таких смешных текстов на букву **п**. Вот, например такой, про пингвина.

«Пухлый пингвин переваливался по перрону. Пришел поезд. Пингвин пискнул, прыгнул и попал в проем. Пассажиры попятнулись. Поначалу подумали — пьяный парень. Пригляделись — пингвин! Птица! Поразились. Посадили, предложили пива, пирожок. Пингвин принял подношения — попил пивка, покушал пирожок, подумал, подумал и прилег почивать. Прямо на полу. Пассажиры пингвина погладили, подложили подушку под пузо, прикрыли пледом и принялись переговариваться...»

Или вот такой мини-детектив. «Пистолет полыхнул пламенем. Пуля попала прямиком в Патрика. Патрик подпрыгнул, повалился, покатился по полу и притих. Прибежала побледневшая Патриция. Попыталась посадить Патрика, но поздно. Патриция подобрала с пола пистолет и произнесла: «Почему, Патрик? Почему?» Подумала, придется покопаться и попытаться понять причину. Попугай Попка приземлился на плечо Патриции, почирикал и пустился приговаривать: «Приходил Питер, Патрика пугал. Приходил Питер, Патрика пугал». — «Питер? Поверенный Патрика? Пожалуй, похоже на правду. — Пораженная Патриция прикурила папиросу. — Получается — Питер. Попался, подонок!»

Написать тавтограмму не так-то просто. Но зато вы буквально почувствуете, как нагружается ваш мозг, как происходит натуральный массаж этого главного органа человека. Так что не пренебрегайте советами Натальи Петровны Бехтеревой, которая знала о мозге, пожалуй, больше, чем кто бы то ни было на Земле, и тренируйте его. Это вам ничего не будет стоить, но это лучший подарок, который вы можете сделать себе. И несомненно, удовольствие.



Руки прочь от космического мусора!

Я уже рассказывала о проблеме космического мусора, которого все и больше и больше вращается вокруг Земли, а временами падает на Землю. Физики придумывают удивительные способы, как этот мусор удалить и уничтожить.

Но, как оказалось, у космического мусора есть защитники — археологи. Это они хватают за руки физиков, чтобы те не уничтожили уникальные свидетельства космической эры, артефакты, место которым — в музее.

Археологией космоса сегодня активно занимается небольшая группа ученых из Университета Флиндерса в Аделаиде, Южная Австралия. Ученые подсчитали, что вокруг Земли летает более 6000 тонн металлолома.

Тут есть чем поживиться. Отработавшие свое спутники, включая гигантский Envisat с двухэтажным дом. А еще — шурупы, отвертки, канистры, фрагменты ракет, обтекатели и т. п. И если в этом мусоре покопаться, то можно найти много чего интересного и уникального.

Внимание австралийских археологов привлек маленький американский спутник «Авангард-1» диа-

метром 16,5 сантиметров и весом почти полтора килограмма.

Вот ему точно место в музее, потому что это настоящий свидетель зарождающейся космической эры. Его запустили в марте 1958 года, в Международный геофизический год.

По сути, это шар с шестью стержнями-антеннами. Аппаратуру спутника питали ртутно-цинковые батареи и дополнительно — солнечные батареи. Это был первый спутник с солнечными элементами. И он уже содержал в начинке полупроводниковые транзисторы, поэтому спутник получился компактным.

Контакт с этим крошечным спутником пропал почти 60 лет назад, но он все еще вращается вокруг Земли. Это, пожалуй, старейший искусственный объект в космосе, который десятки лет подвергался воздействию космического излучения.

И было бы здорово его с орбиты снять, тщательно изучить и посмотреть, что происходит с электроникой, материалами и прочей начинкой спутника при столь длительном воздействии космоса. А потом, разумеется, передать в музей.

А если говорить о длительном влиянии космоса на человека, то его можно оценить не только по спутникам, но и по органическим артефактам — экскрементам астронавтов, которые выбрасывают в космос.

Кстати, на Луне астронавты в свое время оставили 96 мешков с фекалиями — продуктами жизнедеятельности 12 астронавтов, участвовавших в шести миссиях «Аполлона».

Теперь археологи спят и видят, как бы добраться до этих безусловных сокровищ, вернуть их на Землю и тщательно исследовать. Во всяком случае в фекалиях точно удалось бы рассмотреть, как космос влияет на ДНК человека при длительном нахождении в нем.

Космическая археология существует с 1999 года. «В то время никто не воспринимал нас всерьез, — пишет австралийский археолог Элис Горман. — Но мы, космические археологи, завоевали свое место, чтобы быть на равных и с традиционными археологами, и с астрофизиками.

То, что легко назвать космическим мусором, на самом деле часть культурного наследия человечества, и мы должны защищать это, иначе оно может быть уничтожено в ближайшее время».

Да, физики объявили войну космическому мусору. Дело в том, что под действием радиации, экстремальных температур, столкновений с себе подобными и метеоритами крупные фрагменты мусора разлетаются на множество мелких осколков. И процесс этот бесконечный.

Эти частицы, несущиеся со скоростями до 27 тысяч километров в час, могут повреждать космические аппараты.

Еще в 1978 году американский астрофизик Дональд Дж. Кесслер разработал модель процессов фрагментации мусора на околоземной орбите и пришел к выводу, что в конечном счете Земля будет окружена облаком мельчайших частиц, что сделает невозможным наши полеты в космос.

Чтобы этого не случилось, физики упорно ищут надежные средства борьбы с космическим мусором. «Но прежде, чем мы уничтожим все без разбора, давайте подумаем о том, что необходимо сохранить. Сохранить в интересах человечества», — призывают космические археологи. И здесь правы все.

Подборку подготовила
Л. Стрельникова

Иллюстрации —
Петра Перевезенцева



Проблемы и методы науки

Кандидат биологических наук

Н.Л. Резник

Медные травы

Люди и животные по мере сил следят за своим питанием. У растений в этом отношении возможностей меньше, однако и они не столь беспомощны, как может показаться, и регулируют поток поступающих веществ. Взять хотя бы такой жизненно важный элемент, как медь.

И мало плохо, и много нехорошо

Медь — один из важнейших микроэлементов, без которого невозможны многие физиологические процессы и биохимические реакции. В почве она присутствует в виде оксидов, карбонатов, сульфатов и сульфидов,

встречается и самородная медь. У этого элемента переменная валентность. Cu^+ в восстановленном состоянии связывается преимущественно с молекулами, содержащими серу, то есть тиоловую или серозфирную группу, а окисленная Cu^{2+} реагирует в основном с кислородом или имидазольными группами, в которых два атома азота.

Способность меди отдавать и принимать электроны делает ее кофактором многих ферментов, которые регулируют реакции окисления разнообразных органических соединений и обеспечивают перенос электронов при дыхании и фотосинтезе. А еще обмен электронами между Cu^+ и Cu^{2+} порождает активные формы кислорода, в том числе пероксид водорода H_2O_2 , а это сигнальная молекула. В растениях она регулирует синтез сосудистых стенок и укрепление их лигнином.

По этим сосудам в растение из почвы поступают вода и минеральные вещества. Кроме того, H_2O_2 активирует механизмы стрессоустойчивости, задерживает старение и усиливает движения устьиц (устьица — отверстия в коже листа, через которые растение обменивается с воздухом газами и влагой). Еще один зависящий от меди фермент контролирует образование рецепторов к этилену, который регулирует рост растения и ускоряет созревание плодов.

Средняя концентрация меди в почве составляет 6 – 80 мг/кг. Если она меньше 8 мг/кг, то у растения развиваются симптомы дефицита меди.

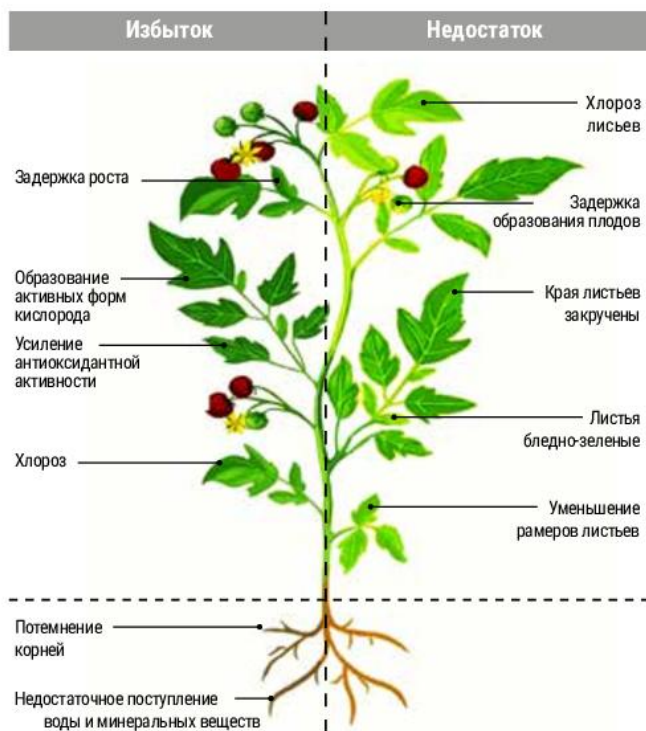
При недостатке меди фотосинтез и дыхание нарушены; в проводящих сосудах мало лигнина, отчего они теряют жесткость и нарушается транспорт воды и минеральных веществ.

Растение, которому не хватает меди, плохо питается и плохо растет, его пыльца, плоды и семена развиваются медленно, а листья деформированы и покрыты желтыми пятнами (хлороз). Так и хочется подкормить таких бедолаг медными солями, но тут главное не переборщить, потому что от избытка меди растение отнюдь не процветет, а будет таким же несчастным, как при недостатке Cu . Концентрация 20 – 100 мг/кг уже может ему повредить.

Отравление медью начинается с корней. Она разрушает корневую кутикулу и подавляет образование корневых волосков. От этого корни деформируются и темнеют. Биомасса корней может уменьшаться еще и потому, что замедляется клеточное дыхание. Медь нарушает синтез и транспорт ауксина, который стимулирует рост всех частей растения. Уменьшается размер стеблей и площадь листьев (более чем на треть). Последнее может быть связано с лигнином, который накапливается в клетках проводящих сосудов. Их стенки толстеют, затвердевают и теряют эластичность. Уменьшается размер устьиц и затрудняется транспирация — испарение воды через листья. Экспериментально доказано, что высокая концентрация Cu в почве мешает поглощению калия, фосфора, азота, железа и других полезных элементов.

Поднявшись по изувеченным корням, медь проникает в листья, где препятствует синтезу нормальных мембран хлоропластов. Эти органы фотосинтеза мельчают, становятся меньше и самих хлоропластов, и фотосинтетических пигментов — хлорофиллов и каротиноидов. Скорость фотосинтеза неизбежно замедляется, и появляется уже знакомый нам хлороз — основной признак отравления медью. А поскольку медь способствует образованию активных форм кислорода, ее избыток нередко вызывает в клетках окислительный стресс. Растения, отравленные медью, недокармливаются, плохо фотосинтезируют и медленно растут.

Растение не может покинуть участок, на котором концентрация меди не соответствует его потребностям. Но кое-что предпринять для улучшения своей участи оно в состоянии.



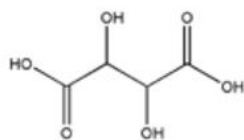
▲ Избыток и недостаток меди одинаково вредны для растения

Четыре важных механизма

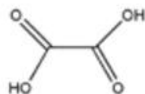
У неподвижных представителей флоры есть несколько способов снизить токсичность меди и поддерживать ее содержание в тканях на определенном уровне. Они могут ограничить поглощение металлов; организовать его эффективный отток через плазматическую мембрану в клеточную стенку; активно синтезировать вещества, связывающие медь внутри клетки, и, наконец, изолировать ее в специальных вакуолях.

Чтобы медь из почвы попала в корень, она должна преодолеть клеточную стенку и клеточную мембрану, а мембрана просто так не пропускает ионы через себя. Для этого существуют специальные трансмембранные транспортные белки (транспортеры). Транспортеров меди несколько, у них разные функции. Одни переносят в корень одновалентные катионы, другие — двухвалентные. Внутриклеточные транспортеры перемещают медь через мембраны клеточных органелл: митохондрий, хлоропластов или специальной вакуоли, предназначенной для хранения тяжелых металлов. Чтобы извлечь ионы из этой вакуоли, нужен другой транспортер. Есть транспортеры, отвечающие за проникновение Cu из клеток корня в клетки других тканей, например в пыльцу, побеги, тычиночные нити. А за синтез этих белков отвечают соответствующие гены, активность которых зависит от концентрации меди.

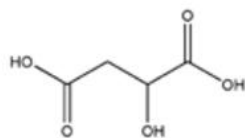
Например, работу генов, ответственных за поступление меди из почвы в корень, регулирует фактор транскрипции SPL7 (SQUAMOSA promoter binding pro-



Винная кислота



Щавелевая кислота



Яблочная кислота

▲ Некоторые органические кислоты связывают медь

tein-like7). Когда в клетке не хватает меди, в ней много фактора SPL7 и он стимулирует генную активность. По мере роста концентрации Cu активность SPL7 снижается, а при избытке меди он совсем не работает.

Проникновение меди в растение зависит не только от транспортеров. Прежде чем попасть внутрь корня, Cu^{2+} на его поверхности превращается в Cu^+ при активном участии восстанавливающего фермента Cu(II)-хелатредуктазы. Ее активность также регулирует SPL7. Дефицит Cu усиливает активность Cu(II)-хелатредуктазы, увеличивая приток меди. Так растению удается поддерживать концентрацию меди (равно как и других тяжелых металлов) на относительно постоянном уровне.

Помимо транспортеров, есть и другие способы контролировать движение меди. Можно, например, попробовать вовсе не пускать ее в корни. Для этого клетки корней выделяют в почву органические кислоты (щавелевую, яблочную, винную, уксусную), которые образуют хелатные соединения с ионами меди. Медь в составе хелатного комплекса остается в пространстве, непосредственно примыкающем к корню, — в ризосфере.

Если избыток металла все-таки пришлось поглотить, лучше ему оставаться в корнях. Там его связывают пролин, гистидин и соли лимонной кислоты, которые обладают способностью к хелатированию. А сахарная свекла для этих целей накапливает хелатор бетаинанин. Синтез этих веществ зависит от количества меди.

Бобовые растения образуют на корнях клубеньки, и лишняя медь скапливается в вакуолях в этих клубеньках. Такие вакуоли обнаружили у белого люпина и сои. До 60% тяжелых металлов могут связывать пектины клеточной стенки корней. (Клеточная стенка — это совсем не то же самое, что мембрана; она находится снаружи мембраны и состоит в основном из полисахаридов.)

Но, допустим, клеточная стенка всего не удержала, и ионы меди оказались в цитоплазме. Они не могут там свободно перемещаться, взаимодействовать с другими внутриклеточными структурами и проявлять токсичность. В цитоплазме их перехватывают металлошапероны. Это небольшие белки, которые связывают ионы Cu и в связанном виде доставляют их туда, где они нужны: к содержащим медь ферментам или мем-

бранным транспортерам. Не исключено, что шапероны доставляют Cu и к хелаторам металлов.

Хелаторов меди в цитоплазме довольно много. Один из них — трипептид глутатион. Из глутатиона в клетке синтезируются более крупные пептиды, фитохелатины. Они, как и глутатион, содержат цистеин и связывают ионы металлов через тиоловые SH-группы. Как только концентрация меди повышается, фермент фитохелатинсинтаза принимается синтезировать «оружие сдерживания» — фитохелатины. Комплексы, которые образуют фитохелатины с ионами тяжелых металлов, нетоксичны или их токсичность очень низка.

Помимо фитохелатинов, есть еще металлотионеины. Эти низкомолекулярные пептиды богаты цистеином, содержат тиоловые группы и также обладают высокой способностью связывать различные ионы металлов, включая медь. В отличие от фитохелатинов, металлотионеины синтезируются на рибосомах.

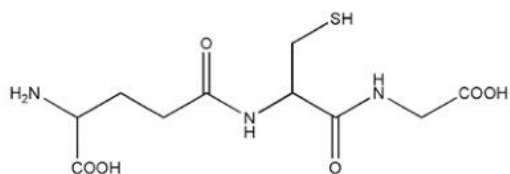
Если все четыре защитных механизма не смогли оградить растение от избытка меди, оно старается хотя бы устранить последствия интоксикации. Одно из них — окислительный стресс, вызванный образованием активных форм кислорода. Для его ликвидации активируется антиоксидантная система. Ее работа зависит от количества активных форм кислорода и вида растения. Ячмень, например, включает антиоксидантную защиту на третий день обработки 50 мкм CuCl_2 . Рис менее чувствителен и реагирует на 200 мкм ионов меди. Ферменты антиоксидантной защиты у разных видов разные. Есть и неферментативные антиоксиданты, например уже знакомый нам глутатион.

Посильная помощь

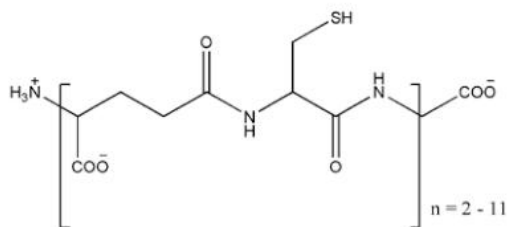
Несмотря на достаточно мощную защиту, отравленные медью растения, увы, не редкость, а все потому, что меди в почве слишком много, и главные виновники этого — люди. Добыча полезных ископаемых, сброс отработанного газа, орошение сточными водами, а также использование веществ, содержащих тяжелые металлы, в первую очередь удобрений, делают свое дело. Постепенно медь в почве накапливается.

С конца XIX века для защиты виноградников от ложной мучнистой росы (*Plasmopara viticola*) используют бордоскую смесь — раствор медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в $\text{Ca}(\text{OH})_2$. В результате в верхних слоях почвы на старых виноградниках, а также плантациях цитрусовых и других плодовых культур концентрация меди повышена. Она часто превышает 200 мг/кг, а на некоторых виноградниках Франции и Бразилии она раз в 10–15 больше. К счастью, растения, как правило, справляются с таким количеством меди благодаря защитным механизмам и счастливым особенностям почвы.

В щелочной среде ионы меди образуют нерастворимые комплексы. Так, в известковых почвах виноградников с pH 7,8 они присутствуют в форме гидроксидов, оксидов или гидрокарбонатов, которые мало-



Глутатион



Фитохелатины

▲ Фитохелатины — полимеры глутатиона

ступны для растений. Зато в кислой среде, при pH 4,8 – 6,3, соединения двухвалентной меди легко переходят в ионную форму. Так что разумное подщелачивание почвы — хороший способ борьбы с медным стрессом.

Следует иметь в виду, что растения могут изменять кислотность в ризосфере, поглощая преимущественно катионы или анионы. Например, азотные удобрения могут содержать азот в виде нитратов или аммония. При внесении нитратных удобрений растения потребляют анионы NO_3^- и почва вокруг корней подщелачивается, что снижает доступность меди. Напротив, аммонийные удобрения, содержащие NH_4^+ , почву подкисляют. Поэтому выбирать удобрения нужно с учетом исходной кислотности почвы и содержания меди.

Дефицит железа тоже подкисляет почву, поэтому достаточное количество железа, само по себе полезное, снизит токсичность меди для сельскохозяйственных культур. Но избытка железа тоже следует избегать: выделяемые корнями органические кислоты образуют комплексы с Fe^{3+} лучше, чем с медью, поэтому присутствие Fe ограничит эффективность хелаторов меди.

Хорошо взаимодействуют с медью органические вещества, в том числе биоуголь и угольная зола. Высокомолекулярные органические соединения связывают значительное количество Cu, но если в органику затесались низкомолекулярные соединения, они могут образовывать растворимые комплексы меди, и в этом случае ее доступность может даже увеличиваться. Например, в результате применения навоза или органического компоста доля растворимой меди может увеличиться до 30 раз.

В этом отношении биоуголь и летучая угольная зола, образующие на своей поверхности комплексы с тяжелыми металлами, предпочтительнее компоста, к тому же они, в отличие от него, подщелачивают почву. Биоуголь, полученный из рисовой соломы, снижает токсичность меди в загрязненных почвах на 96%.

Доступность меди снижают полиамидаминовые дендримеры — разветвленные полимеры, содержащие 16 первичных аминогрупп на поверхности, или лигно-сульфонат калия.

Еще один способ помочь растению — внести в почву микоризные грибы или бактерии, которые сами выделяют хелаторы меди. Некоторые бактерии медь аккумулируют. Таковы, например, актинобактерии *Amycolatopsis tucumanensis*, ослабляющие симптомы отравления медью в растениях кукурузы. Для этого у бактерий есть особый фермент.

Еще одно изобретение, призванное увеличивать урожай, увеличивает и доступность меди — гербициды, например глифосат и атразин. Без гербицидов сейчас обходиться не принято. Растения обезвреживают гербициды с помощью серосодержащих соединений, они же связывают излишки меди. Серы на это требуется много, и, чтобы ее хватало на другие растительные нужды, надо следить, чтобы растения получали достаточно серосодержащих соединений.

И есть, наконец, еще возможность — очищать почву, высаживая растения, которые аккумулируют медь. По счастью, таких аккумуляторов довольно много. Они выделяют лиганды, которые увеличивают подвижность металлов в ризосфере, благодаря чему могут получать и накапливать медь в больших количествах. В их числе сорная трава *Leersia hexandra*, однолетнее травянистое растение эльсгольция *Elsholtzia splendens* из семейства яснотковых, очиток *Sedum plumbizincicola*, ипомея альпийская *Ipomea alpine*, болотница игольчатая *Eleocharis acicularis*, щавель кислый *Rumex acetosa*, сарептская горчица *Brassica juncea*, пижма обыкновенная *Tanacetum vulgare*, донник лекарственный *Melilotus officinalis*.

Некоторые растения даже служат биоиндикатором, указывающим на залежи меди. Таков африканский кустарник *Haumaniastrum katangense*.

Все рекорды по поглощению меди бьет африканское растение семейства яснотковых *Aeollanthus bifolius*, оно же *Aeollanthus subacaulis* var. *linearis*, растущее в Заире, Анголе и Замбии, — оно способно накапливать до 13 700 мг меди на килограмм надземной массы. Но в среднем коэффициент биологического поглощения меди, то есть отношение содержания элемента в золе растения к его содержанию в почве, составляет 4,5 — 5,3. Он зависит от влажности почвы — чем она влажнее, тем лучше растения извлекают из нее медь.

Список растений, накапливающих медь, потихоньку растет. Они концентрируют медь преимущественно в наземных органах, поэтому виды, которые предполагается использовать для очистки почвы (фиторемедиации), должны обладать большой биомассой, быстро расти и быстро отрастать после скашивания. К сожалению, фиторемедиация — долгий процесс. Но можно одновременно использовать несколько технологий, чтобы сделать среду менее токсичной для растений и сельскохозяйственных культур в частности. Раз уж люди не могут не загрязнять почву, то пускай хотя бы чистят ее.



Панацейка

Полынь — целебная горечь

С начала лета до ранней осени в Северном полушарии цветет полынь. Известно более трехсот ее видов, а точно подсчитать ботаники затрудняются, потому что многие виды имеют несколько синонимичных латинских названий. И многие из них тысячелетиями использует народная медицина. Какой вид где растет, такой там и применяют.

Полыни, как правило, полукустарники. Это значит, что нижняя часть ее стволиков одревесневшая, а верхняя — травянистая. Каждую осень зеленая часть отмирает, а весной отрастает заново. Но есть среди полыней и однолетние растения, один вид так и называется — полынь однолетняя, *Artemisia annua*.

Все полыни сильно пахнут, их листья содержат эфирные масла. Эти масла обладают лечебными свойствами, их состав и количество зависят от условий произрастания и возраста растения. Больше всего эфирных масел обычно образуется в начале распускания листьев и в начале цветения. Но из этого правила есть исключение: полынь гималайская *A. parviflora* не пахнет. Это, однако, не мешает местному населению использовать растение как лекарство, причем его применяют в тех же случаях, что и другие пахучие виды полыни.

Иллюстрация Петра Перевезенцева

Полынь известна своей горечью, специалисты полагают, что название растения происходит от славянского *polěti*, что значит «гореть», именно из-за горечи. Однако же полынь-лечебная *A. abrotanum* почти не горчит.

Полынь — одно из древнейших лекарственных растений. О ней упоминает древнеегипетский папирус Эберса, написанный за полтора тысячелетия до нашей эры. Считается, что сама Артемида подарила людям эту травку, отсюда и латинское название рода *Artemisia*. Якобы аромат полыни облегчал боль роженицам. Сейчас растение используют при некоторых женских заболеваниях, но спектр его применения гораздо шире. В ход идут настои, экстракты, эфирные масла, а также высушенные части растения.

Прежде всего полынь, как всякую горечь, рекомендуют при проблемах с пищеварением, болезнях печени, для улучшения секреции желчи и изгнания кишечных паразитов. В нашей стране для борьбы с круглыми червями издавна использовали цитварную полынь *A. cina*.

Эфирное масло и трава полыни обладают антибактериальным и противогрибковым действием, уничтожая, в том числе, золотистый стафилококк, возбудителей брюшного тифа и других патогенных кишечных бактерий, а также бактерий *Propionibacterium acnes* — возбудителей угревой сыпи. Да, экстракты полыни помогают бороться с прыщами и их активно используют в косметической промышленности.

Чаще всего в косметических целях применяют полынь горькую *A. absinthium*. Традиции тут давние. В Древнем Риме горькая полынь входила в состав красок для волос. Ее золу смешивали с розовым маслом и смазывали волосы, чтобы они почернели. По мнению Диоскорида, греческого врача и ботаника, жившего в I веке нашей эры, настоем полыни надо умываться по утрам для освежения лица, а смешанный с медом, он помогает при синяках, заболеваниях глаз, таких как покраснение, отек и боль, и больных ушах.

Для ухода за волосами чаще рекомендуют полынь-лечебную *A. abrotanum*. Если регулярно мыть полынным отваром голову, то исчезнет перхоть, а волосы будут лучше расти. Это растение южных широт, в средней полосе его семена не вызревают, но в России, Польше и других славянских странах *A. abrotanum* выращивали в монастырях как лекарственную траву, откуда пошло народное название «божье дерево». Еще одно название — лимонная полынь — дано за цитрусовый пряный аромат.

Бок о бок с антибактериальным действием идет заживление ран. Полынными компрессами и припарками лечили язвы различного происхождения, а заодно и растянутые связки.

Общее важное свойство всех полыней — антипротозойная активность, то есть способность уничтожать простейших, возбудителей инфекционных заболеваний, таких как малярия, например. В 1972 году китайская исследовательница Ту Юю с коллегами выделила из полыни однолетней сесквитерпеновый лактон, убивающий малярийный плазмодий, а в 2015 году удостоилась за это открытие Нобелевской премии по физиологии и медицине.

Считается, что полынь обыкновенная, она же чернобыльник, *A. vulgaris*, и эстрагон *A. dracunculus* влияют на эндокринную систему. Эстрагон нормализует профиль



▲ Полынь-лечебная, она же лимонная полынь, высокая и божье дерево

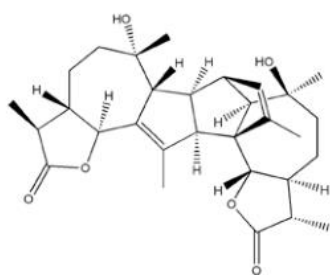
▼ Полынь однолетняя — традиционное китайское средство от малярии



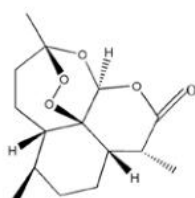
Flickr CC



▲ Крошечные цветки полыни собраны в круглые соцветия



Абсинтин



Артемизинин

гормонов щитовидной железы, а чернобыльник усиливает активность эстрогенов. *A. vulgaris* также используют в качестве релаксанта для желудочно-кишечного тракта и желчевыводящих путей и для облегчения колик и как слабительное при лечении ожирения.

Полынь часто применяют как противовоспалительное и жаропонижающее средство, для лечения кашля, астмы, некоторых гинекологических заболеваний и спазматических состояний, таких как эпилепсия.

Разные виды полыни любят гомеопаты, они рекомендуют растение для лечения воспалений толстой кишки, лимфатических узлов и слизистых оболочек, при галлюцинациях, ночных кошмарах, нервозности, бессоннице, головокружении и эпилептических припадках.

Официальная фармакопея признает только горькую полынь *A. absinthium* (*Absinthii herba*). Сырьем служат побеги первого года, иногда цветущие. Они содержат флавоноиды, кумарины, фенольные кислоты и полифенольные соединения. Горечью полынь обязана гликозидам, наигорчайший из которых — абсинтин. Фармацевты включают *A. absinthium* в состав травяных сборов, возбуждающих аппетит, а настойки, экстракты и чаи применяют для усиления деятельности пищеварительной системы.

Впрочем, в последнее время они исследуют и другие свойства полыни горькой. В Центральном НИИ стоматологии и челюстно-лицевой хирургии больным гингивитом в дополнение к стандартному лечению назначали аппликации водного препарата полыни, при этом воспаление пародон-

донта проходило быстрее. В Индии на основе *A. absinthium* выпускают препарат Афсантин, который назначают для лечения хронической лихорадки, гепатита и отеков.

A. absinthium считают небезобидным растением, потому что оно содержит опасные соединения: альфа- и бета-туйон, а также потенциально опасные абсинтин и анабсинтин. Именно туйонам приписывали галлюцинации и депрессию, вызванные потреблением абсента — очень крепкого алкогольного напитка с экстрактом горькой полыни. Однако в последнее время специалисты склоняются к мнению, что симптомы, вызываемые абсентом, можно отнести к действию этанола. Однако же туйон остается под подозрением: при передозировке он может проявлять нейротоксические свойства и вызывать судороги, бессонницу, тошноту, беспокойство и головокружение. Медики советуют не злоупотреблять полынным лечением.

Современные технологии позволяют очистить препараты полыни от туйона. Такое снадобье в дополнение к традиционной терапии давали десяти добровольцам, страдающим нефропатией на ранней стадии, что значительно снизило артериальное давление и содержание белка в моче. Подобные эксперименты, к сожалению, не тянут на полноценные клинические исследования. Их вообще мало, и они какие-то, извините, убыточные, несмотря на то что интерес исследователей к полыни вырос после присуждения Нобелевской премии 2015 года.

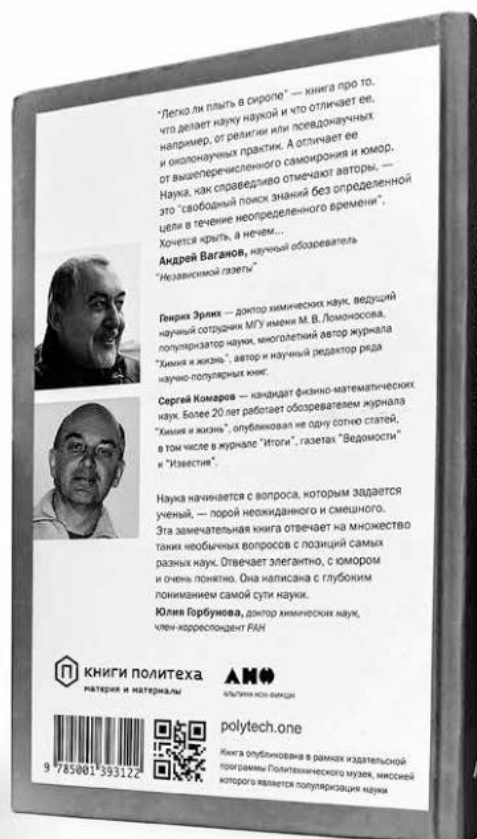
Показано, например, что порошок полыни, добавляемый к стандартному лечению у 10 пациентов с болезнью Крона (воспалительное заболевание кишечника), заметно снизил воспаление. Эффект от лечения был длительный, а главное — у пациентов улучшилось настроение.

А вот и двойное слепое плацебо-контролируемое исследование с участием пациентов с болезнью Крона. К сожалению, испытуемых было только 40. Добавление полыни к стандартному лечению вызвало устойчивое улучшение симптомов у 18 пациентов, в том числе у 13 пациентов удалось добиться почти полной ремиссии. Ремиссия сохранялась до конца 20-недельного периода наблюдений. Ни один из пациентов группы плацебо за восемь недель таких результатов не достиг.

Шведские исследователи опробовали назальный спрей, содержащий эфирное масло и флавоноиды *A. abrotanum* на 12 пациентах, страдающих аллергическим ринитом. Как только заметили первые симптомы, так и стали прыскать. Эффект препарата оценили на основе анкеты, которую заполняли сами испытуемые, а они сообщили, что уже спустя пять минут почувствовали облегчение, которое длилось несколько часов. Семь пациентов с симптомами аллергического конъюнктивита также заявили об улучшении глазных симптомов, а трое пациентов с обструктивным заболеванием бронхов поведали об улучшении бронхиальных симптомов. Конечно, такое исследование нельзя назвать двойным слепым и рандомизированным.

Несмотря на то что полынь — одно из наиболее используемых природных лекарств от болезней печени, эти качества в клинике тоже как следует не проверили. Но будем надеяться, что у полыни еще все впереди, не зря же она так популярна.

Н. Ручкина



Легко ли плыть в сиропе?

**Откуда берутся странные
научные открытия**

Генрих ЭРЛИХ, Сергей КОМАРОВ

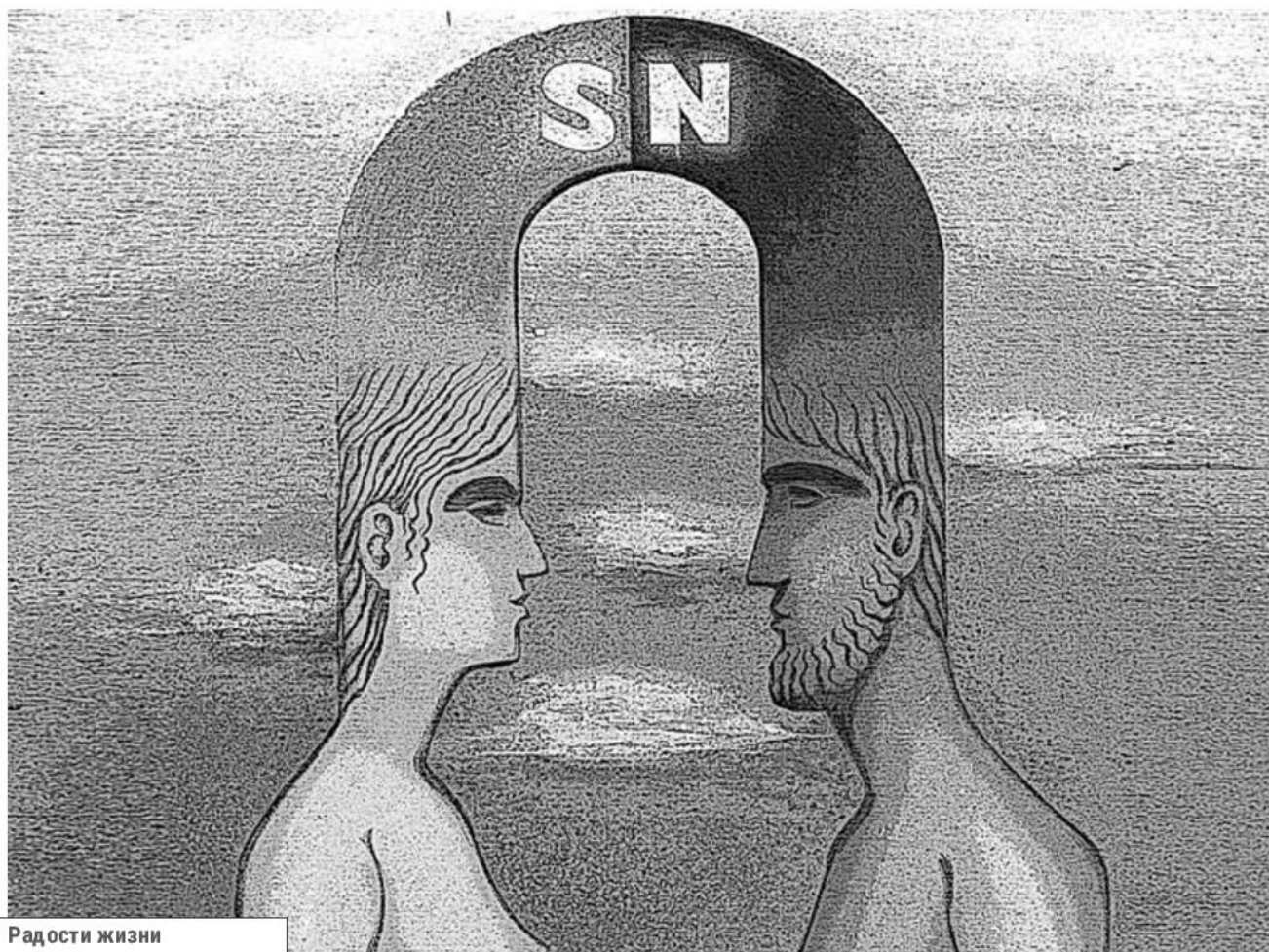
Альпина нон-фикшн, 2021



Очередная прекрасная
книга наших авторов

ИЗ КНИГИ ВЫ УЗНАЕТЕ:

- **ЗАЧЕМ** годами смотреть на каплю битума, считать сперматозоиды в кока-коле, коллективно думать о мире или выбирать начальника жребием?
- **ПОЧЕМУ** настоящий ученый не побоится влезть в шкуру козла, заселить клещей в свое ухо, полвека хрустеть пальцами одной руки или жалить себя пчелами в самые разные места?
- **КАК** работают приманиватель молодежи, отпугиватель голубей, переводчик со звериного, поцелуи, мнимые числа и, вообще, легко ли плыть в сиропе...



Радости жизни

Иллюстрация Александра Кука

Михаил Эпштейн

Еще раз про любовь

У любви есть множество разных жанров, от сказки до физиологического очерка. В ней есть и фэнтези, и самый суровый реализм, и героика, и эпика, и эссеистика, и басня, и детектив, и фельетон. Не только разными жанрами и стилями можно говорить о любви, но и сама любовь многожанрова и многостильна.

Вряд ли нужно объяснять, что такое любовь-сказка: об этом знает, вернее мечтает, каждая шестнадцатилетняя девушка. Не требует особого объяснения и любовь-физиологический очерк: об этом может рассказать почти каждый тридцатилетний мужчина.

Любовь-утопия более подробна и рассчитана, — это тщательно продуманный мир грядущего обоюдного счастья, где предусмотрено все: от квартиры, дачи и автомобиля до совместных поездок на заморские острова. Но в истории семей, как и в истории народов, утопия именно

благодаря своему совершенству часто перерастает в анти-утопию или своевольным живым жестом разрушается еще раньше, на пороге к благоденствию (чеховская «Невеста»).

Любовь-эпопея длится шестьдесят лет, до какой-то там платиновой свадьбы, и производит на свет выводок внуков и правнуков, которые образуют свой маленький этнос и из века в век наследуют плодovitость своих предков.

Любовь-басня — это когда ее участники наделены очень определенными, узнаваемыми ролями. Он — шустрый зайчишка-трусишка, она — рыжая, огненная лиса, похитительница, пожирательница зайцев. Но именно в таком качестве они любят друг друга...

Столь же определенные, но не сразу узнаваемые роли бывают в любви-детективе. Она положительная, работающая, врач или учитель, а он таинственный, непонятно кто, разведчик или засекреченный ученый; то у него длительный отпуск, то исчезает надолго, но денег всегда вдоволь... Дальше следует история с растратой, к ней приходит следователь, выясняется, что у него в далеком городе другая семья, его ищут, он скрывается, но она продолжает его любить, он страдает и тоже продолжает

любить – обеих. А растрата... да, растратил, потому что был щедрым к любимым.

Любовь-новелла – это ряд быстро сменяющихся событий с неожиданной концовкой. Кто читал новеллы о любви Мопассана или Бунина, тот поймет, что и сама любовь может быть новеллой. Наскоро простившись в Москве с двумя возлюбленными, он садится в поезд, чтобы ночь провести с третьей. Расстаются только на день, чтобы она в Вене объяснилась с прежним любовником, а затем привезла свою новообретенную свободу в Ниццу, где он будет ее ждать. Ждет день, два, три... Перед отъездом раскрывает газету, из которой узнает, что она застрелена тем самым любовником, который не пожелал подарить ей легкой свободы. Новелла! («Генрих», из бунинских «Темных аллей».)

Любовь-эссе состоит из незаконченных, глубоких по мысли, но не вполне сюжетно воплощенных набросков, очертаний возможных событий и судеб. Учились в университете на разных факультетах, его интересовал ее предмет, искусство Возрождения, а она была равнодушна к его предмету – прикладной лингвистике. Назревало соавторство, встречались в библиотеке, потом и дома... но не взволновали друг друга. Так и не возник новый труд на перекрестке двух дисциплин. Такая вот недоовещанная любовь в жанре эссе.

Любовь богата не только прозаическими, но и лирическими жанрами. Есть любовь-ода, которая вся состоит из восхвалений любимой, и она охотно принимает это поклонение и высокий штиль. Есть даже такие семейные пары, где муж – певец собственной жены, а она – его поэма, гимн.

А есть любовь-элегия, которая бежит памятью к невозвратным первым дням, к юным впечатлениям бытия и среди домашней суеты и толчеи питается только светлыми воспоминаниями о своем начале, о той таинственной девочке, которая волею времени превратилась в хлопотливую, самовластную матрону.

Впрочем, чистота жанра не так уж характерна для любви. Чаще она бывает многожанрова, соединяет гимн и сатиру, очерк и балладу, монолог и диалог, пир (симпозион) и драму абсурда. Начинается как анекдот – и перерастает в поэму. Или начинается как ода, продолжается как трагедия, а заканчивается как фарс. Часто у большой любви бывает трэшевое начало, будто вычитанное из дамского журнала. Курортный роман от нечего делать, приятная женщина, сочный арбуз, да еще шпиц вертится под ногами. А потом жизнь двоих превращается в лирическую драму с меланхолически неопределенной развязкой. И другой анекдотец, из тех, что рассказывают в мужской компании: ехали вместе на пароход, решили сойти, одна ночь в гостинице, уп-п-поительная ночь... утром уехала, даже имени не назвала... и вот уже непонятно, как жить без нее, сплошная боль, по ощущению – солнечный удар, по жанру – скорбная элегия.

Оба этих похожих случая – жанровое повышение любви. А может быть, и понижение. Поначалу – шепот, робкое дыхание, губы и губы на звезды выменивать... Это ведь со всяким может случиться! Ну а лет двадцать спустя – дача, она в переднике, запах лука и чеснока, гоготня родствен-

ников, съехавшихся погостить в прелестный уголок, а он тащится из города, обливаясь потом, нагруженный, как мул.... Фарс! Но ведь и любовь! Без нее и фарса бы не было, была бы только драма развода...

Еще один типичный случай понижения жанра – от лирического гимна к желчной эпиграмме, когда высоко унесенный любовью вдруг ударяется о землю. Открывает в гении чистой красоты что-нибудь не вполне чистое, не столь прекрасное, умное и доброе, как то, что раньше вдохновляло его на слезы и веру. И тогда уязвленная любовь начинает строчить эпиграммы – и рассылает их друзьям, чернит бывшую возлюбленную. Но каждая строчка этих эпиграмм дышит едва отжившей, а может быть, еще и живой любовью. Чем бессильнее любовь, тем мельче она становится у одних и тем мучительнее у других, то опускаясь до водевиля, то перерастая в трагедию.

Любовь-энциклопедия – это нечто вроде Камасутры: старается все в себя вместить, все знания человечества – и воплотить на практике. Не обойти стороной китайский, тибетский и персидский эрос. Другой энциклопедический стиль в любви предполагает не множественность познаний и увлечений, но основательность и доскональность в общении с одним человеком. Все делаем вместе. Готовим обед, ходим по магазинам и в кино, театр, читаем одни и те же книги, часто вслух, для полноты сопереживания. Энциклопедическая всеохватность жизни вдвоем.

Афористический стиль, напротив, предполагает особую насыщенность кратких, избирательных моментов любовного общения. Любовь-афоризм – это мимолетная встреча, вспышка, короткое замыкание двух взглядов, одна случайная, но незабвенная ночь, несколько строк, за которыми следует белое поле разлуки. Или: каждый живет своей жизнью, мало ли в ней всякой скучной рутины и стоит ли отягощаться ею вдвоем? Зато оставляем друг для друга самое лучшее: если совместный обед – то раз неделю в дорогом ресторане; если концерт – то самый звездный; если ночь вдвоем, то нечасто и уж конечно не для сна, а только для любви. Афористика – это любовные эссенции и сентенции, выделенные из разреженного раствора повседневности; это не будни существования, а праздник чувства.

Каждая любовь тяготеет либо к афористичности, либо к энциклопедизму, и оба эти стиля по-своему законны и хороши. Плохо бывает лишь если один из любящих – афорист, а другой – энциклопедистка. Ей хочется, чтобы он проводил с ней дни и ночи напролет, по всему энциклопедическому кругу быта и бытия; а ему хочется прибереечь для встреч лучшие моменты жизни, сыпать блестящими острыми переживаниями.

Жанрово любовь все время находится в движении, в переходах от высокого к низкому, от прекрасного к ужасному, от серьезного к шутивому, и этим она отличается от большинства литературных произведений, замкнутых в рамках одного жанра. Роман-эпопея или роман-эссе бывают и в литературе, но вот уже анекдот-элегия или гимн-эпиграмма – вообще немыслимы. В любви же бывает решительно всё, каждый жанр может переплестись с любым другим или в него перелиться. К сожалению, о литературных жанрах написаны горы томов, а о любовных, кажется, только эта краткая заметка.



Наталья Харпалева

Иллюстрация Сергея Дергачева

Практика курсанта Крома

Инспектор Крыш переступил с ноги на ногу, искал под черным крылом длинным клювом, вытянул шею вперед и обратился к приземистому, с засаленными перьями, дежурному:

— Ну-с, продолжим. Кто у нас следующий? Как бишь вас...

— Дежурный по базе Нос, с вашего позволения, господин инспектор. Наблюдатель.

— Вот-вот. Докладывайте, Нос.

— Следующий по списку курсант Кром. Практику проходил второго августа на общих основаниях.

— Кром? Да-да, наслышан. Отличник, гордость курса. Учитель Крюген о нем очень тепло отзывался. Смышлелый, дескать, ученик, подает большие надежды. А учитель Крюген — это имя! Он еще меня, желторотого птенца, учил вникать во все детали вводных и просчитывать на несколько шагов вперед. И как? Этот Кром справился с заказами?

Дежурный замялся, щелкнул клювом, заглянул в большую тетрадь, хотя отчет свой помнил наизусть.

— Как вам сказать, господин инспектор... Три заказа основных, один дополнительный. Все объекты курсанту выданы, все вылеты курсантом произведены, чему свидетельство — подпись наблюдателя и штамп базы.

— Что ж, молодец. Даже с перевыполнением. Четыре заказа вместо трех! Ловкий малый, далеко пойдет. В смысле, полетит. А что это вы хмыкаете, Нос?

— Если позволите, господин инспектор... есть некоторые замечания.

— Докладывайте.

— Значит, по порядку. Первый заказ курсанта Крома — артикул «Сигма триста восемьдесят четыре дробь два». Вводные: королевская семья, король-вдовец, недавно повторно женился. От первого брака — заказов не было. От второго брака — ждали мальчика, наследника престола. Король плох, в случае, если прямого наследника не будет, трон после смерти короля переходит к его младшему брату, герцогу. Весь двор, да что говорить, все жители королевства очень ждали появления на свет маленького принца. Герцог — тиран и садист. Взойдя на престол, он свергнет королевство в пучину жестокости и насилия.

— Ну и... Ведь мы этого не допустили? Все случилось? Как назвали наследника?

— Господин инспектор, согласно ведомости, курсант Кром взял для заказа «Сигма триста восемьдесят четыре дробь два» двух девочек. Близнецы, вес два кило восемьсот пятьдесят и два кило семьсот граммов, рост сорок девять и сорок восемь сантиметров. Здоровые.

— Погодите, погодите. Вы, должно быть, ошиблись, Нос. Как девочек? Вы же говорили, нужен был наследник!

— Так точно, по вводным, нужен наследник. А Кром взял девочек. Близнецов.

— Но вы же познакомили его со всеми вводными?

— Так точно.

— Быть может, он что-то недопонял?

— Никак нет, перед выдачей объектов я, согласно инструкции, дал ему для ознакомления полную аннотацию заказа. На каждом листе имеется личная подпись курсанта. После чего курсант Кром выписал и получил на базе двух девочек.

— А что же вы ему не...

— Согласно инструкции, наблюдатель не имеет права вмешиваться в действия практиканта, а лишь наблюдает за упомянутыми действиями. Ответственность за действия практиканта несут сам практикант и его учитель.

— Да-да, знаю, — раздраженно отмахнулся инспектор. — Хорошо, будем считать, произошло недоразумение. Хотя... Не каждый день к нам поступают королевские заказы, и выполнять их надо бы с особым тщанием. Да, жалко королевство... Ладно, оставим это. Что со вторым заказом? С ним, надеюсь, у Крома все сложилось?

— Никак нет, господин инспектор. Следующий заказ «Сигма триста восемьдесят четыре дробь три». Вводные: семья рыбака, в семье уже есть сын и дочь. Третий ребенок не был запланирован, но и нежеланным его тоже не назовешь. Примечаний по предпочтительному полу ребенка и по количеству детей в одном заказе нет.

— И?... Здесь трудно что-то испортить. Вводные совершенно нейтральные.

— Тем не менее, господин инспектор, Кром и в этом задании проявил инициативу. Рыбак, его жена и двое имеющихся детей, поступивших в эту семью с нашей же базы четыре и девять лет назад, — все светловолосые и голубоглазые. Мы уже подготовили для нового заказа

девочку из этой же серии. Крупная, четыре кило девятьсот граммов, шестьдесят сантиметров, блондинка, глаза голубые, здоровая. Красавица! Но Кром девочку брать отказался. Взял мальчика. Лопухого, смуглого, темноволосого, три кило пятьсот пятьдесят граммов, пятьдесят один сантиметр, здоровый.

Инспектор Крыш растерянно поджал ногу, потом другую и едва не упал на пол.

— Но почему?!

— Не могу знать, господин инспектор. Замечу, что рыбак, отец семейства, — человек суровый и тяжелый на руку. Ох, и достанется теперь его жене...

— Хм. Я не понимаю логики курсанта Крома, и меня это раздражает. А в этой семье у кого-нибудь случаем смуглых предков не было?

— Проверил до седьмого колена — не было. Все белокожие, светловолосые.

Инспектор некоторое время молчал. Дежурный Нос терпеливо ждал.

— Да... А Крюген мне его так нахваливал... Пришлите мне потом аннотацию второго заказа, я полистаю. Может быть, мы что-то не учли... Но если вы скажете, что и с третьим заказом у Крома произошла какая-нибудь заковыка, тогда я просто не знаю.

— Никак нет, господин инспектор. Третий заказ был выполнен курсантом Кромом в четком соответствии с аннотацией. Правда, сам заказ был категории «Б».

Крыш вздрогнул.

— Мертвый ребенок?

— Так точно.

— Но практикантам не дают заказы категории «Б»!

Дежурный Нос замялся:

— Там оговорочка есть, я прошу прощения. Практикантам не дают заказы категории «Б», кроме случаев, когда курсант добровольно вызывается выполнить такой заказ.

Крыш был окончательно сбит с толку.

— Так он сам вызвался? Но зачем? Все наши как от огня разлетаются от таких заданий!

— Дело в том, что после выполнения вылета категории «Б» аист имеет право выбрать дополнительный заказ по своему усмотрению.

— Ах, вот в чем дело! И он выбрал. Ну, хоть здесь что-то проясняется. Он принес кому-то мертвого ребенка и за это выбрал себе дополнительный заказ?

— Да, и с этим дополнительным как раз произошел самый громкий скандал.

— Еще скандал?! Да сколько же можно! — Инспектор был вне себя. — Что на этот раз?

— Курсант Кром выбрал заказ артикль «Дельта семьсот семьдесят шесть дробь один».

— Вы путаете, дежурный. Заказы артикля «Дельта» будут выполняться только через два месяца. Он не имел права.

— По согласованию с учителем. В исключительных случаях допускается.

— И что же это был за исключительный случай? Какие вводные?

— Заказ артикль «Дельта семьсот семьдесят шесть дробь один». Вдова, крестьянка, сорок лет. Как говорится, последний шанс. Правда, муж два месяца как погиб — в лесу деревом задавило, но ребенка заказать успели. В доме у нее уже растет дочь двадцати лет, умственно отсталая. Курсант Кром выписал для вдовы с базы мальчика. Ребенок появился у матери на два месяца раньше положенного срока. Но это бы ладно. Проблема в том, что Кром взял на базе... инвалида. Мальчик с врожденной патологией — без кисти левой руки.

Инспектор расхаживал по кабинету, высоко поднимая ноги и потряхивая кончиками крыльев.

— Он что, идиот, этот ваш гордость курса?! Ребенок-инвалид несчастной вдове с больной дочерью на руках! Нет, я все понимаю, ошибки по молодости случаются. Я сам в свое время по легкомыслию принес тройню шестнадцатилетней девочке, которую бросил парень. Но всему же есть предел! Аисты любят людей! Аисты приносят людям счастье! Это аксиома. Это заповедь, которую птенцы запоминают с первым червяком, с первой лягушкой! А тут — такая неоправданная, ничем не объяснимая жестокость. И это после стольких месяцев обучения! И у кого — у самого учителя Крюгена! Четыре заказа — четыре провала... Я буду серьезно разговаривать с Крюгеном. Я буду ставить вопрос об отчислении курсанта Крома без возможности дальнейшей работы с людьми!

Дежурный Нос стоял навывтяжку, выслушивая долгую гневную речь инспектора, и никак не проявлял своих эмоций. По большому счету ему, наблюдателю, все равно, что станет с этим выскочкой Кромом, но он любил людей, жалел их, поэтому поведение курсанта его возмущало не меньше, чем инспектора. Просто он умел «держаться в крыльях», как любил приговаривать учитель Крюген. Но на самом деле дежурного Носа радовала реакция инспектора. «Поделом тебе, — думал Нос. — Зарвался, долговязый. Теперь-то Крыш тебе покажет, где жабы зимуют».

Инспектор все никак не мог успокоиться. Наконец наблюдатель решился его прервать:

— Господин инспектор, разрешите продолжить доклад? У нас в списке еще четыре практиканта.

Черный аист, словно очнувшись, тряхнул головой и посмотрел на дежурного.

— Надеюсь, они не такие кретины, как этот отличник, — пробурчал он. — Ладно, продолжайте!

— Курсант Крат. Практику проходил на общих основаниях третьего августа...

Курсант Кром, долговязый белый аист с серым пятном на груди, летел, широко расправив крылья, и ловил восходящие потоки прохладного утреннего воздуха. Он был доволен собой. Практика прошла великолепно. Аист Кром все сделал как надо.

Первый заказ. Сразу королевский. Видимо, не обошлось без учителя Крюгена. Постарался, выхлопотал своему любимчику особое задание. Как же! Заказ на наследника престола! Все ждут наследника престола...

Да, наследник в королевстве будет. Королева еще молода. Пройдет всего пять лет, и у нее появится маленький принц. Король болен, но не смертельно. Он поправится, дождется сына и успеет воспитать принца достойным правителем.

Но сейчас наследнику появляться на свет никак нельзя. Жена герцога, та еще гримза, уже заготовила для будущего племянника склянку с ядовитым зельем. Как только законный претендент самим фактом своего появления посмеет загородить дорогу к престолу ее благоверному, жить младенцу останется считанные дни.

Поэтому курсант Кром без всяких сомнений выписал на базе двух очаровательных близняшек. Девочек. Да, отравительница и их не пожалеет, но девочки крепче мальчиков, по крайней мере одна из них выживет, а одинаковые симптомы отравления у двух близнецов вызовут при дворе сильные подозрения. Отравительницу вычислят и казнят. Тиран герцог не доживет даже до казни супруги. Всего через полторы недели он отправится на охоту, свалится с лошади, сломает шею. Так что законному наследнику нужно просто немного подождать, и путь к престолу будет свободен.

Всего-то надо было внимательно изучить вводные, чуть подольше посмотреть на малыша и немного подумать. Учитель Крюген не зря тратил время на дополнительные занятия с Кромом — Кром умел просчитывать шаги.

Второй заказ. Сын несчастной рыбачки. Да, за карие глазки и черные курчавые волосики мальчика его маме крепко не поздоровится от здоровяка-мужа с белесыми бровями и жесткой серой шкиперской бородой. Но можно подумать, муж и так не бьет ее всякий раз, как возвращается с уловом и напивается в местной таверне. Женщине не привыкать. Зато теперь у нее перед глазами все время будет живое напоминание о двух волшебных днях, двух днях редкого, почти невозможного для ее тяжелого, серого быта счастья. Муж тогда был в море, а в порт зашел корабль с юга. Вот с того самого корабля и сошел смуглый, черноволосый красавец матрос, которому чем-то приглянулась не очень молодая, не очень красивая, усталая белокурая женщина. Теперь рыбачка будет год за годом, каждый день смотреть на смуглого мальчика и улыбаться. «Аисты приносят людям счастье», — так говорил учитель Крюген.

Третий заказ. Категория «Б». Да, сам выбрал. Мертвого ребенка он отнес в семью сапожника, где уже теснились на двухэтажных нарах восемь ребятишек мал мала меньше. Денег, понятное дело, в доме не было, ели не каждый день. Нельзя сказать, чтобы сапожник и его домочадцы сильно горевали о малыше. «Бог дал — Бог взял». Зато курсант Кром получил законное право на собственный, внеочередной, дополнительный четвертый заказ. Разумеется, по согласованию с учителем. Был риск, что Крюген не одобрит и не даст разрешения, уж больно много пунктов инструкции собирался нарушить Кром. Но на то он и мудрый Крюген, чтобы все понять, вникнуть, и утвердить.

Курсант Кром летел к старому крепкому дому, стоящему на самом краю села. Издали ему был виден столб

с нахлобученным на раздвоенную верхушку колесом. Сколько лет стоял этот столб возле плетня, кто вкопал его уже никто и не помнил. Бок о бок с хозяевами дома жило здесь много поколений аистов. Люди выходили на крыльцо, задирали головы, щурясь смотрели на птиц и радовались. Аисты выгибали шеи и с высоты наблюдали за людьми. На колесе когда-то свили большое гнездо родители Крома. В этом гнезде аистенок с серым пятном на груди вылупился из яйца. На бытность Крома пришлось нынешнее поколение хозяев крепкого старого дома — веселый работающий крестьянин, его хлопотунья толстушка жена и их дочка. Соседи называли девочку дурочкой, но родители ее любили, и Крому она нравилась. Девочка, а сейчас уже взрослая девушка, всегда улыбалась, никуда не спешила, ходила, переваливаясь, как утка, любила сидеть на лавке у плетня и махать птицам рукой. Заказ на эту девочку, кстати, лет двадцать назад выполнил отец Крома. Переживал, конечно, но поменять объект, даже несмотря на почти родственные связи с хозяевами дома, возможности у него не было. Времена были другие, дежурные лютовали, на базе с этим было строго.

Второго малыша хозяева ждали долго. Хозяйке дома на краю села шел уже пятый десяток. И вот, когда и ждать-то перестали, вдруг появилась надежда... Но тут новое несчастье — хозяин поехал в лес за дровами, и на него упало дерево. Когда Кром узнал о смерти человека, за которым наблюдал столько лет, рядом с которым прошло его детство, узнал о несчастье его жены, он и придумал свой четвертый заказ.

Вот она, женщина. Похудевшая, осунувшаяся. Сидит на лавке возле плетня рядом со своей дурочкой-дочерью, кормит малыша. Дочь улыбается, гулит что-то, гладит мать по голове. Малыш сосет грудь и тоже улыбается во сне.

Да, он появился на свет раньше срока. Да, слабенький. Да, левая рука у него заканчивается не очень красивой культей. Но Кром знает, что именно так и надо. Что так и должно быть, чтобы все в доме были счастливы.

Во-первых, рука левая. Не рабочая. Правая-то в порядке. Мальчик вырастет в отца, работающий, умелый, наберется сил, будет подмогой матери. Одной рукой при желании можно управляться не хуже, чем двумя.

Во-вторых, ничто не мешает ему, когда вырастет, обзавестись своей семьей. Подумаешь, руки нет! В этом деле рука мало что решает. Ничего, женится, а Кром, глядишь, еще успеет хозяйке внуков принести.

И — главное. В свое время придут в село люди, будут забирать по дворам парней, забирать в рекруты. Мальчика с культей, конечно, не возьмут — кому он в армии такой нужен! Вот и славно. Останется сын при матери, при сестре кормильцем, его не убьют, не ранят, будет жив, будет в доме счастье.

Кром спланировал к столбу и встал в гнезде на длинные ноги. Вытянул шею, посмотрел вниз. Женщина сидела на лавке рядом со слабоумной дочкой, кормила малыша и плакала. Кром был уверен, что она плачет от счастья. Ведь аисты приносят людям счастье. Так говорил учитель Крюген.



художник Manfred von Papen

Короткие заметки

Огородные хитрости

Как сделать так, чтобы сорняки и вредители не мешали урожаю? Очевидный ответ — использовать ядохимикаты — устраивает далеко не всех. Те, кого не устраивает, обращаются к биологическим методам, например разводят ос-паразитов.

Однако оказалось, что порой вредитель находит способ борьбы и с паразитом. Так возникла новая идея: использовать экосистемный подход, мол, растительное сообщество себя защитит. Такую технологию теперь называют «прогони-примани», «push-and-pull», и используют, в частности, в Кении с 90-х годов XX века.

Там кукурузе вредят два мотылька, личинки которых грызут стебли изнутри. Для борьбы с ними междурядья засеяли бобовыми, запах которых угнетает мотыльков, а по краям поля посадили многолетние травы, которые, наоборот, привлекают. В результате мотыльки, оттесненные на край поля, откладывают яйца на этих травах. А они не пригодны для питания гусениц, и те погибают от голода.

Кроме того, выбранное бобовое растение, десмодиум, не только обогащает почву азотом, но и выделяет в нее яд, мешающий прорастанию семян сорняков. Итог: урожайность кукурузы на таком поле в два-три раза больше.

Тим Луттермозер, который пишет диссертацию в Корнеллском университете под руководством доктора Кати Поведы (Agriculture, Ecosystems & Environment, май 2023 года) вместе с коллегами из Кении и ЮАР обследовал, не приспособились ли вредители и к этому подходу. Он изучил 12-летний (24 урожая) опыт 476 фермеров и выяснил: нет, пока такая опасность не проявила себя. Наоборот, чем дольше используют технологию прогони-примани, тем меньше урон от мотыльков.

Так у, казалось бы, теоретической науки о трофических цепях, то есть экологии, появляется шанс сказать веское слово по проблеме безопасной защиты растений.

С. Анофелес

Пишут, что...

...чем выше уровень удовлетворенности браком, тем меньше риск профессионального выгорания, особенно у мужчин (Организационная психология)...

...у 48% из 71 000 видов животных численность популяции сокращается, у 49% она стабильна, и только у 3% видов численность популяции увеличивается (Biological Reviews)...

...астрономы обнаружили сотни нитей, тянущихся вдоль плоскости нашей галактики, каждая длиной от 5 до 10 световых лет (The Astrophysical Journal Letters)...

...большая часть прибрежного морского пластика в южной части Северного моря поступает из Германии (Frontiers)...

...исследователи из 24 стран проанализировали геномы 809 особей 233 видов приматов, составив наиболее полный на сегодняшний день каталог геномной информации о наших ближайших родственниках (Science)...

...методом дуговой плавки без растворителей создан управляемый сплав CoSi с богатыми вакансиями для селективного окисления спиртов без оснований и растворителей (Chinese Journal of Catalysis)...

...целенаправленная глубокая стимуляция мозга в критический период цикла сна, по-видимому, улучшает консолидацию памяти (Nature Neuroscience)...

...создан многослойный, растягивающийся тонкопленочный датчик, который автоматически перестраивается после разрезания и восстанавливает свои механические и электрические свойства (Science)...

...атомное «дыхание», или механическую вибрацию между двумя слоями атомов, можно обнаружить, наблюдая за типом света, который эти атомы излучают при стимуляции лазером (Nature Nanotechnology)...

...созданы желатиновые ранозаживляющие чернила, содержащие внеклеточные везикулы иммунных клеток, которые можно наносить на раны с помощью специальной ручки для 3D-печати (ACS Applied Materials & Interfaces)...

...палеонтологи, изучающие зуб британского динозавра, пришли к выводу, что несколько различных групп спинозавров – динозавров с устрашающими крокодилоподобными черепами – населяли Англию более 100 миллионов лет назад (PeerJ)...

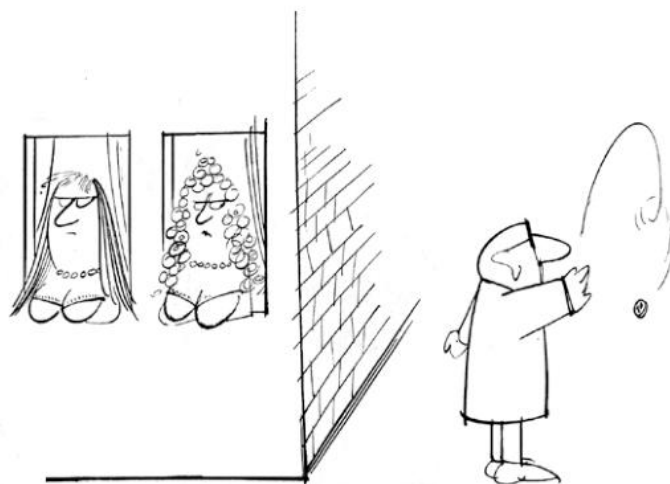
...из-за поверхностных волн, или плазмонных поляритонов, генерируемых на пленке титана толщиной 100 нм и радиусом около 3 см на подложке, теплопроводность пленки увеличилась примерно на 25% (Physical Review Letters)...

...исследователи нашли четыре грибковых белка, называемых эффекторами, которые отвечают за подавление иммунитета растений-хозяев против инфекции (New Phytologist)...

...плоские пятичленные фрагменты фуллерена более сильные электроноакцепторы, чем молекулы фуллерена, и лучше поглощают ультрафиолетовый, видимый и инфракрасный свет (Nature Communications)...

...снижение массы тела на 1% у человека, страдающего ожирением, делает мозг на 9 месяцев моложе (eLife)...

художник Alter Hanel



Короткие заметки

Зачем кудри человеку разумному?

Ответ на этот вопрос искали британские ученые из университета Лафборо во главе с профессором Джорджем Хэвнитом (Proceedings of the National Academy of Sciences, 6 июня 2023 года). Для этого они купили человекоподобный манекен с термодатчиками и системой внутреннего нагрева, дули на него ветром, светили на голову мощной лампой, поливали водой, делали голову лысой, помещали на нее волосы разного типа и при этом следили за тепловыми потоками. Результаты показали, что с гладкими и шелковистыми волосами не стать человеку разумным.

Как так вышло? Два миллиона лет назад австралопитек окончательно встал на задние лапы и вышел из леса в степь. Там ему пришлось много бегать, как за зверем, так и от него. В результате занятий легкой атлетикой он потерял шерсть на теле и обзавелся мощной системой отделения пота. Это дало шанс: когда волосатый зверь, перегревшись, вынужден остановиться, к нему подбегает потный, но вполне холодный человек и наносит смертельный удар. Однако оставалась волосатая голова. Там у человека обычно расположен мозг, которым он думает и от работы мозга выделяется тепло. Однако, если тело при энергичной работе выделяет много тепла и требует охлаждения, то у мозга рост нагрузки к заметному росту тепла не ведет, то есть мозг в дополнительном охлаждении не нуждается. А вот переохлаждение головы чревато простудой. За тем и нужны волосы, чтобы голова не мерзла. Однако человек прямоходящий получил дополнительный поток тепла, льющийся прямо на голову. И здесь только два выхода: либо уменьшать мозг, чтобы он выделял меньше тепла, иначе – перегрев, либо ставить теплоизоляцию вокруг головы. Кто-то из архантропов пошел первым путем и вымер, а кто-то – вторым. Блестящий опыт профессора Хэвнита показал, что идеально защищает голову от солнечного тепла именно пышная шевелюра курчавых волос.

А раз курчавая шевелюра уменьшила тепловой поток извне, значит, она позволила повысить тепловой поток изнутри. То есть возникла предпосылка к увеличению объема мозга. Тогда получается, что именно шапка густых курчавых волос дала некоему архантропу эволюционное преимущество и возможность стать человеком разумным. Ну а потом, уже после миграции на север, где стоит вопрос не перегрева, а переохлаждения, который решает одежда, надобность в густых кудрях отпала и волосы стали распрямляться, а самые дурные из них бросились стремительно покидать умные головы.

А. Мотыляев

Денис Тихий

Иллюстрации Елены Станиковой

Рантье

Третьего мая баба Настя пришла к почтовому отделению, где всегда получала пенсию, но вместо окошек со знакомыми тетками обнаружила огромный банкомат неприступного вида. Баба Настя изучила инструкцию, вставила в прорезь карточку, и автомат эту карточку немедленно проглотил. Звонок на длиннющий номер усугубил проблему — юная кикимора на том конце провода заблокировала счет бабы Насти, чтобы им не смогли воспользоваться злоумышленники. Злоумышленники остались с носом, но баба Настя тоже отныне карточкой пользоваться не могла.

Она вернулась домой, где жила совсем одна в расселенной коммуналке. Покупатель должен был расселить и бабу Настю, но за хлопотами не успел. Сначала он заезжал каждый день, потом в США упали какие-то индексы, и покупатель пропал. Трижды его заходил проводить один и тот же человек с пристальным взглядом и каждый раз новым именем, потом исчез и он.

Попивая бледный чай, баба Настя вспоминала покупателя и писала объявления:

СДАЮТСЯ КОМНАТЫ!

одиноким или семейным, без животных и вредных привычек.

Вооружившись клеем и кисточкой, баба Настя до обеда расклеила все, что написала. Дом, где она жила, не отличался изысканностью — пропавший покупатель хотел построить на его месте многоуровневую автостоянку. Подъезд выходил на небольшой двор, ограниченный бетонным пятиметровым забором. Двор давно стал свалкой бытового мусора, лишь смертоносная детская горка возвышалась над хаосом, как рубка субмарины над потрохами затопленного лайнера. Снять комнату в этой пасторали был способен только человек, которому есть что скрывать: маньяк, убийца и наркоман. Баба Настя понимала: на эти комнаты желающих нет.

Первые желающие пришли в пять утра и долго стучали в дверь. Трое. Китайцы. Каждый сжимал в руке по фанерному чемодану. Молча они осмотрели квартиру и, не торгуясь, взяли самую большую комнату, в которой допреж жило семейство Шульцманов. Сунули деньги, заперли двери, и оттуда сразу донеслись звуки переставляемой мебели, хотя баба Настя твердо помнила, что Шульцманы, съезжая, сняли даже плинтуса.

Она ошеломленно пересчитала хрустящие банкноты, но тут в дверь позвонили. На пороге оказалась женщина, ростом под два метра и весом не меньше двух центнеров, она была похожа на сухопутную касатку.

— Вы сдаете комнату? — спросила Касатка мелодичным фальцетом.

— Сдаю.

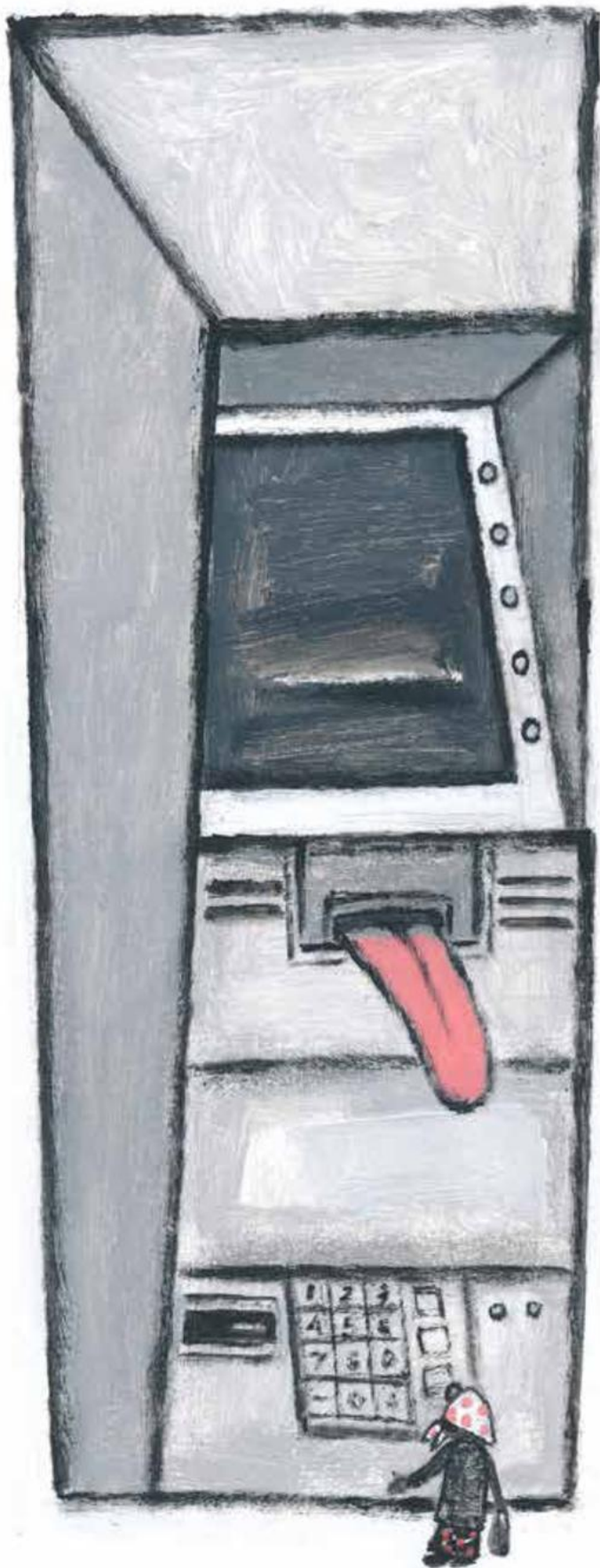
Касатка вдавилась в дверь, свезла со стены календарь и телефонный аппарат, танком прошла сквозь коридор, заглянула в ванную.

— Можно тут жить?

— Это же ванная! — пролепетала баба Настя.

— Можно? — обрадовалась Касатка.

— Вот посмотрите комнату, — открыла баба Настя дверь в бывшее пристанище запойной семьи Синецких.





А на пороге уже стояла девочка лет пяти в розовом платье, с сигаретой во рту. За ее плечо держалась худая женщина в темных очках и с тросточкой. Девочка докурила сигарету и запульнула окурки в подъезд. «Померещилось», — подумала баба Настя.

— Нам сувениры обещали! — с вызовом сказала пигалица. Баба Настя не нашлась, что ответить, и разместила вновь прибывших в комнате стоматолога Петра Ильича Молочного.

Ближе к обеду вся эта компания, как по уговору, быстро покинула дом, лишь слепая женщина осталась в своей комнате. Она сидела на продавленном диване, улыбаясь стене перед собой. В комнате было накурено. Баба Настя выглянула в окно — новые жильцы сели полукругом на раскладных стульчиках, между грудой холодильников и старой панцирной кроватью. Все они пристально смотрели в землю. «Сектанты!» — ужаснулась баба Настя и решила позвонить в полицию. Юная кикимора на том конце провода долго не могла понять, в чем дело, но наконец пообещала прислать наряд. Через час в квартире появился спелый, не обкусанный жизнью лейтенант. Он посмотрел в окно на загадочное бдение, хмыкнул и сказал, что законами это не запрещено.

— А девочка?! Девочка пяти лет — курит!

— Разберемся.

Заглянули к слепой женщине. Лейтенант осторожно потрогал ее пальцем.

— Это немцы пульпит лечат! — радостно сказала она лейтенанту. — А у нас — сразу рвать!

Баба Настя, похолодев, вспомнила, что эти слова любил говаривать П.И. Молочный, осматривая на дому клиентов. На цыпочках вышли и благоговейно прикрыли дверь.

В комнате азиатов на полу стояла тарелка с тремя ложками, до половины наполненная белым порошком. Лейтенант оживился, поднял тарелку, понюхал.

— Ну что? Кокаин? — встревожилась баба Настя.

— Кажется, нет. Стиральный, кажется.

Баба Настя понюхала, так и есть — стиральный. Лейтенант аккуратно открыл один из фанерных чемоданов — он был плотно набит рыжими пачками «Тайда».

— Бред какой-то, — прошептал лейтенант.

— Наркоманы?

— Где это вы видели наркоманов, которые порошок жрут?

Баба Настя вообще наркоманов в быту не встречала, но думала, что они и не на такое способны.

В комнату Касатки лейтенант входить не стал — заглянул и сразу отпрянул.

— Зачем вам столько яиц? — спросил он бабу Настю.

— Что?

— Яйца.

Баба Настя заглянула: яйца лежали на полу плотно, на манер брусчатки, будто митинг лысых гномиков. Ей показалось, они повернулись затылком и замерли только тогда, когда она на них посмотрела.

— Пойду, документы у них проверю, — сказал лейтенант, покидая квартиру, но обманул: на улице быстро побежал и скрылся за углом.

Жильцы вернулись под вечер, обмениваясь невразумительными впечатлениями. Они быстро собрали вещи и покинули квартиру. Баба Настя следила из-за края шторы, как они расходятся. Она вышла в коридор, и сердце вдруг екнуло — там стояла с сигаретой девочка в розовом.

— Сувенир я сама взяла, — сказала она бабе Насте, протягивая руку. — Из него вон что выпало. Ваше, да?

В маленькой ладошке лежала проглоченная банкоматом социальная карта. Девочка, не прощаясь, развернулась и ушла.

Баба Настя спустилась во двор, обогнула сгоревшую песочницу и зашла за груды выпотрошенных холодильников. В кругу раскладных стульчиков возвышался муравейник, по которому суетливо бегали его обитатели. Баба Настя смотрела на него, пока не стало холодно. Она вернулась домой, разогрела вчерашние щи, нарезала хлеб. В дверь позвонили. Баба Настя перекрестилась, прижалась ухом, тревожно крикнула:

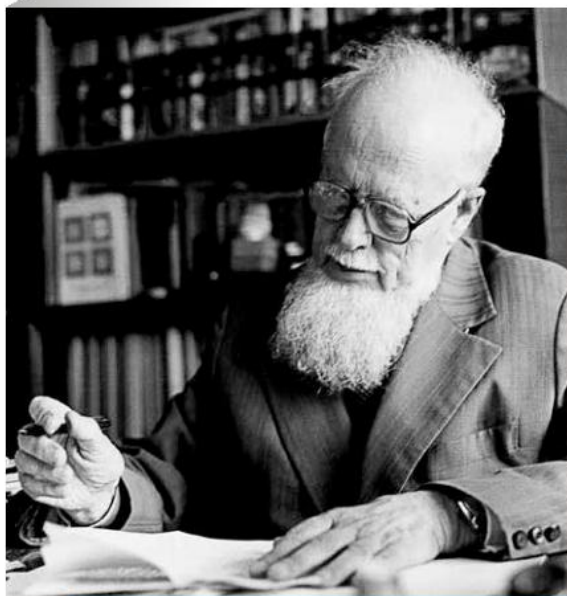
— Кто там?

— По объявлению, — раздался скрипучий голос.



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