



ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

3 / 2021





НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор

Л.Н. Стрельникова

Художники

А. Астрин, С. Дергачев,
А. Кук, 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. Рындица

Ответственный за соцсети

Д.А. Васильев

Подписано в печать 12.04.2021
Типография «Офсет Принт М.»
123001, Москва, 1-й Красногвардейский пр-д, д. 1

Адрес для переписки
119071, Москва, а/я 57

Телефон для справок:

8 (495) 722-09-46

e-mail: redaktor@hij.ru

http: www.hij.ru

Соцсети:

<https://www.facebook.com/khimiyaizhizn>

https://vk.com/khimiya_i_zhizn

<https://ok.ru/group/53459104891087>

https://twitter.com/hij_redaktor

https://www.instagram.com/khimiya_i_zhizn/

При перепечатке материалов ссылка
на «Химию и жизнь» обязательна

На журнал можно подписаться в агентствах «Роспечать» —
каталог «Роспечать», индексы 72231 и 72232

Наши подписные агентства

«Арзи», индекс 88763

в Объединенном каталог «Пресса России»

(тел. «Арзи» (495) 443-61-60)

«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»

Генеральный спонсор журнала

Компания «БИОАМИД»



*НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ
рисунок Александра Кука*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ
картина Рольфа Калленбаха «Пространство
и время». Можно восстановить атмосферу,
убрав углекислый газ из атмосферы и связав
его с помощью органики. Об этом читайте
в статье «Синдром лягушки и потепление»*

*«Все прогрессы реакционны,
если рушится человек...»*

А. Вознесенский

Содержание

Эксперимент

БОРЕКСИНО: СОЛНЦЕ, ЗЕМЛЯ, НЕЙТРИНО. А. Гурьянов 2

Факты и фактики

СОЛНЦЕ И ЗЕМЛЯ: СТАНДАРТНЫЕ И МОДЕЛЬНЫЕ. А. Гурьянов 13

Проблемы и методы науки

ЛОВЛЯ НЕЙТРИНО В ОЗЕРЕ. С.М. Комаров 16

Вещи и вещества

СДЕЛАЙ РУБИН САМ. И.Н. Григорьев 25

Портреты

КРАСНАЯ КНИГА КИБЕРНЕТИКА КИТОВА. С.В. Багоцкий 28

Проблемы и методы

КОШАЧЬИ ПОТЕХИ. Н.Резник 34

Панацейка

КОШАЧЬЯ МЯТА – ГРОЗА КОМАРОВ. Н. Ручкина 40

Из писем в редакцию

СИНДРОМ ЛЯГУШКИ И ПОТЕПЛЕНИЕ. Г.М. Кимстач 44

Размышления

К ВОПРОСУ О ПРАВИЛЬНОЙ ПОВЕСТКЕ. С.М. Комаров 46

История завтра

ТОРЖЕСТВО НАУКИ И РАЗУМА? А. Речкин 52

Фантастика

Я ЛЮБЛЮ ТЕБЯ, МЕЛАНИ. А. Притуляк 56

Нанофантастика

НЕ ПОВТОРЯЙ МОИХ ОШИБОК. И. Истратова 64

Результаты: геофизика

22

Реклама

43

Результаты: астрофизика

49

Короткие заметки

62

Пишут, что...

62

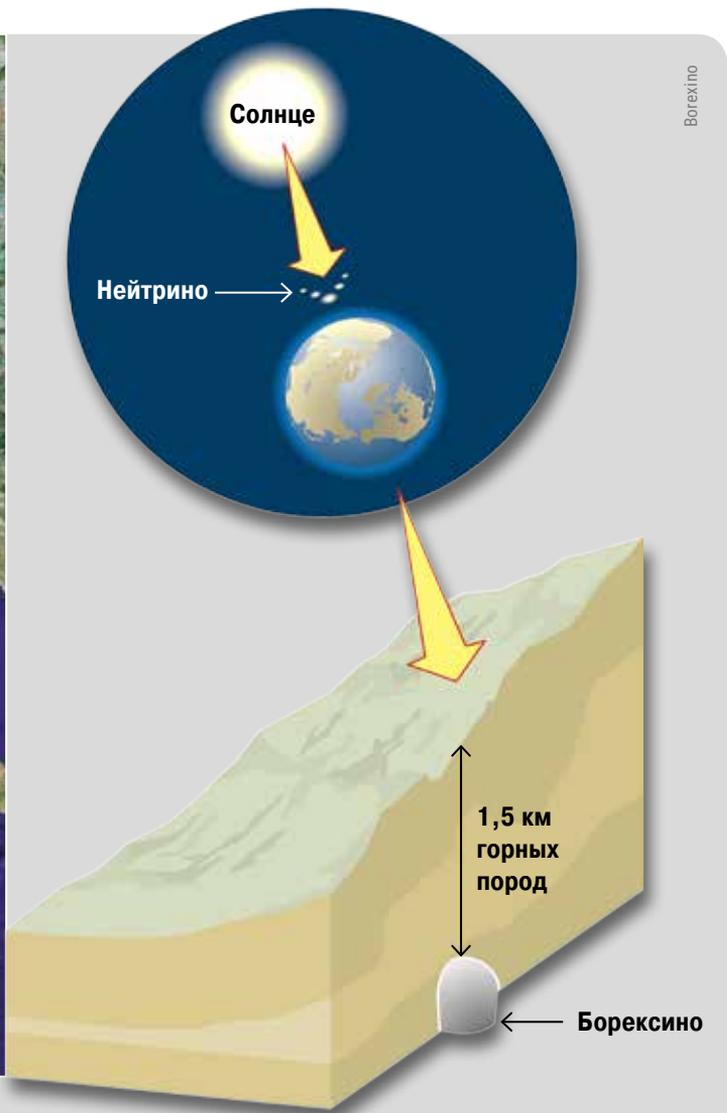


Эксперимент

Александр Гурьянов

Борексино: Солнце, Земля, нейтрино

Борексино, международный проект по обнаружению солнечных нейтрино низких энергий, стал одним из самых успешных среди нейтринных экспериментов. Название на итальянском звучит как уменьшительное от аббревиатуры BorEx, Boron solar neutrino Experiment (Борный эксперимент по солнечным нейтрино). Бора в детекторе давно нет, однако полтора десятилетия коллаборация выдает замечательные научные результаты, раздвигающие границы знаний экспериментальной и теоретической физики. Но обо всем по порядку.



Borexino

◀ Под и рядом с детектором построен настоящий город, заполненный оборудованием. Человек в этих огромных туннелях кажется ничтожным муравьем. Однако вся грандиозная конструкция создана благодаря его интеллекту и умелым рукам

▲ Детектор Борексино скрыт в толще земли под самым высоким горным массивом Аппенин — Гран-Сассо-д'Италия

Нейтральная и неуловимая

Загадочная частичка нейтрино родилась на кончике пера примерно столетие назад. В те времена отцы-основатели ядерной физики и квантовой механики интенсивно изучали бета-распад атомных ядер, при котором выделяется электрон, а число протонов в ядре вырастает на единицу. Спектр энергий электрона, который в 1914 году получил Джеймс Чедвик, оказался непрерывным, хотя мыслился квантованным. В 1930 году, чтобы спасти законы сохранения энергии и импульса, Вольфганг Паули предположил, что вместе с отрицательным электроном из ядра вылетает легкая нейтральная частица с полуцелым спином, уносящая проценты выделившейся энергии. Паули назвал ее нейтрон, но два года спустя Чедвик эксперименталь-

но открыл новую тяжелую незаряженную частицу и присвоил ей это же имя. Она сохранила его за собой до сегодняшнего дня, а легкую частичку, по предложению Энрико Ферми, стали называть нейтрино, по-итальянски нейтрончик.

При бета-минус распаде свободный или связанный в ядре нейтрон n превращается в протон p с рождением отрицательного электрона, выделением энергии и излучением антинейтрино по схеме $n = p + e + \bar{\nu}^*$. Баланс справедлив при переносах легких частиц между частями уравнения с заменой нейтрино на антинейтрино и электрона на его античастицу позитрон. Так, при бета-плюс распаде протон в ядре превращается в нейтрон с появлением позитрона и нейтрино. При захвате протоном электрона рождаются нейтрон и нейтрино. При обратном бета-распаде попадание антинейтрино



▲ Фотодетекторы ждут монтажа

в протон атомного ядра вызывает рождение нейтрона и позитрона. На этих реакциях основана техника детектирования нейтрино

Как оказалось, нейтрино почти не взаимодействуют с веществом. То есть они, в отличие от частиц космических лучей, ничем не отклоняются в своем полете. По расчетам теоретиков, слой свинца толщиной в один световой год способен поглотить лишь половину падающих на него нейтрино. Это значит, что они несут информацию о своем источнике на колоссальные расстояния, легко пронизывая звезды и планеты. С другой стороны, чтобы их поймать, приходится сильно стараться. Практика разных экспериментов показывает, что в мишенях массой в десятки и сотни тонн происходят единицы — десятки нейтринных реакций в день, а то и меньше. Во Вселенной нейтрино рождаются в реакциях медленного ядерного синтеза, дающего энергию звездам, а также во время их ядерных взрывов. Антинейтрино в основном появляются при

распадах тяжелых элементов в атомных реакторах и радиоактивных элементов в толще Земли. Вопрос об эквивалентности нейтрино и антинейтрино до сих пор остается открытым. Поэтому физики с одинаковым энтузиазмом ловят как нейтрино, так и антинейтрино.

Первый эксперимент по обнаружению нейтрино, так называемый хлор-аргонный метод, предложил Бруно Понтекорво еще в 1946 году. Впервые же поймать частицы этого класса физики смогли лишь спустя десять лет. В 1956 году в журнале «Nature» появилась статья о первом надежном обнаружении антинейтрино рядом с ядерным реактором, в котором они массово рождаются при бета-минус распадах. Детектирование проводили в мишени водного раствора хлорида кадмия. Позже хорошо разработанная теория ядерных реакций позволила предлагать самые разнообразные схемы лова нейтрино. По их спектру, то есть распределению по энергиям, можно многое сказать о реакциях, в которой они родились.

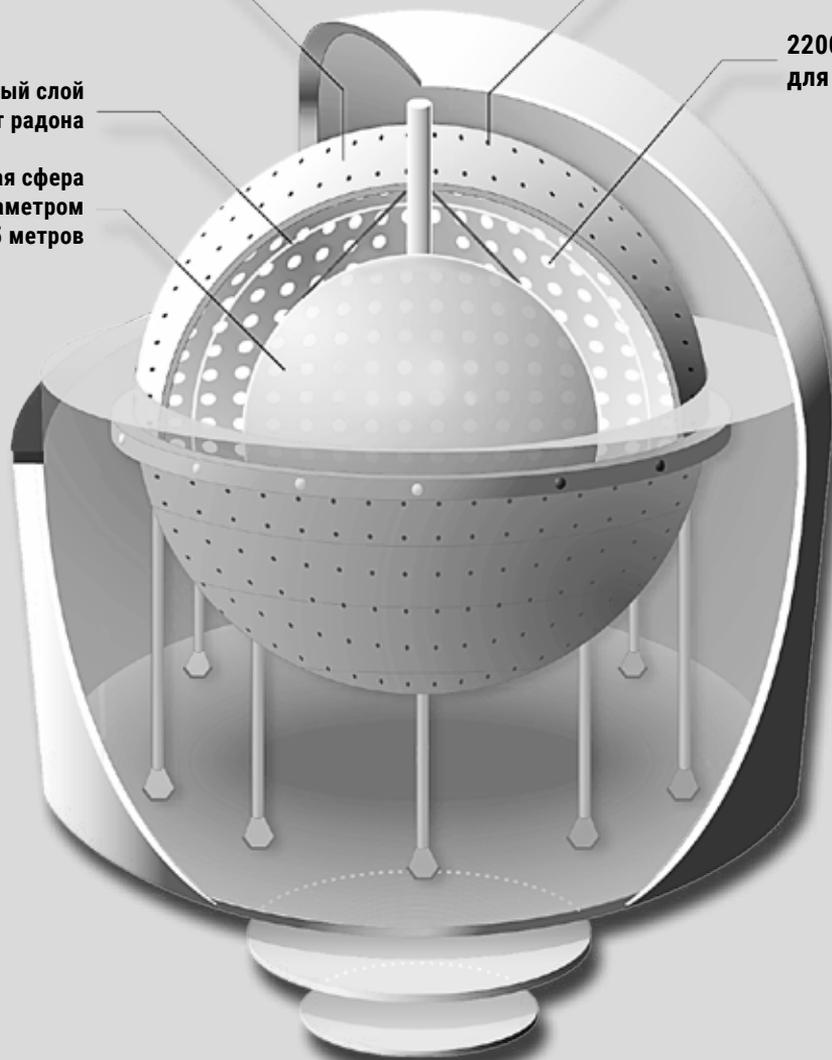
Стальная сфера
диаметром 12,7 метров

200 фотоэлементов
на внешней стороне
для измерения
мюонного фона

Тонкий нейлоновый слой
для защиты от радона

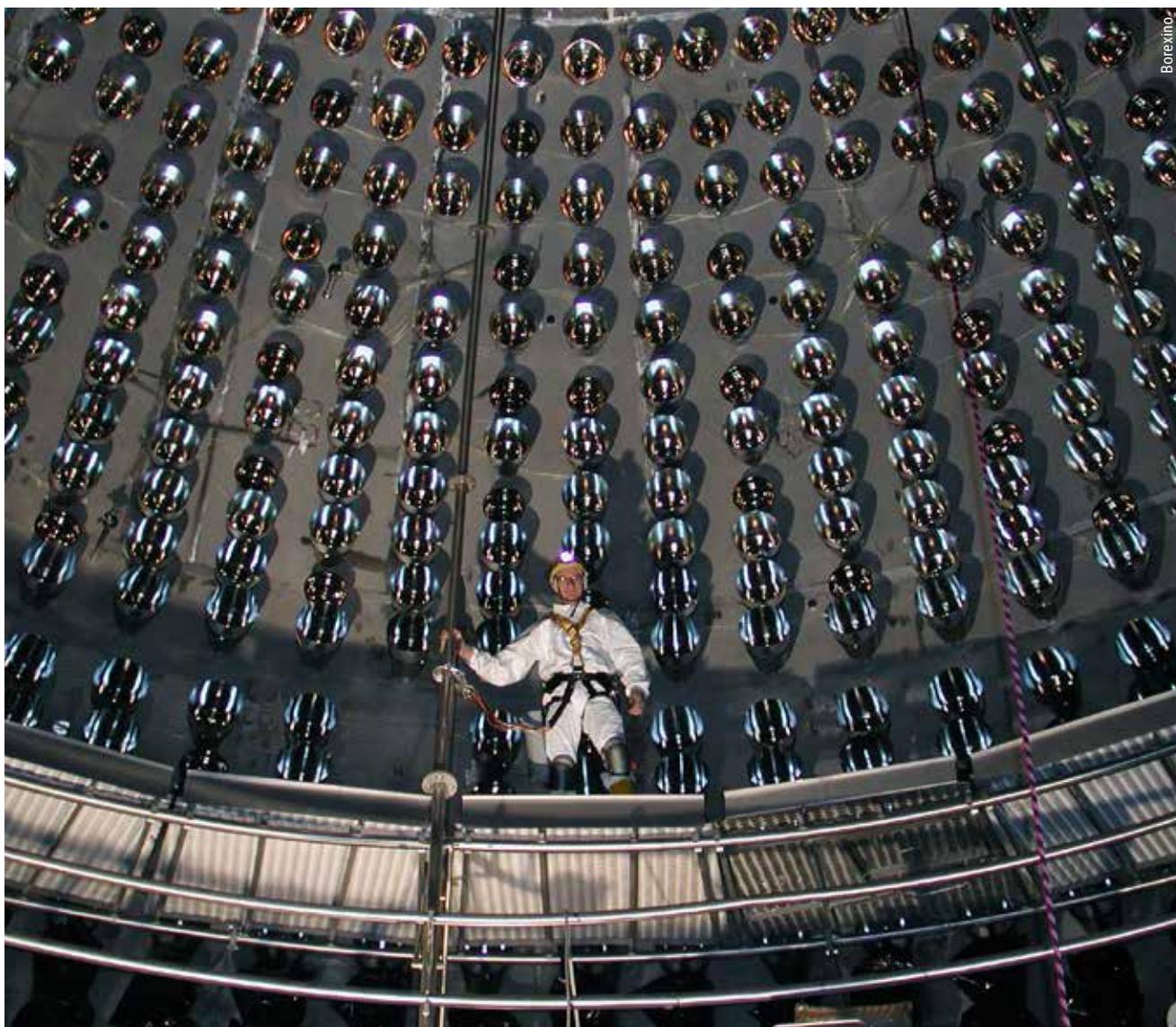
2200 фотоэлементов
для изучения нейтрино

Нейлоновая сфера
диаметром
8,5 метров



▲ Установка Борексино подобна луковице: внутри сам детектор, заполненный светящейся жидкостью-сцинтиллятором. Его окружает стальная сфера, на которой закреплены фотодетекторы. Вся эта система помещена в бак с водой

◀ Так выглядел макет, с помощью которого инициаторы проекта объясняли свою идею



▲ *Монтаж детекторов закончен. Можно разбирать леса*

Уже к моменту первого детектирования нейтрино у теоретиков астрофизики не вызывала сомнений ядерная природа энергии Солнца и звезд. Существовали и ядерные модели мощных взрывов далеких новых и сверхновых звезд, которыми занимались опытные в этих делах секретные физики. Геологи выявили широкое распространение радиоактивных элементов на Земле, нашли крупные месторождения их пород, а физики установили цепи их естественных превращений при разделении ядер на более легкие, перемежаемых бета-распадами с излучением антинейтрино. Время настоятельно потребовало рождения экспериментальной нейтринной физики. И она появилась. За последние шесть с половиной десятилетий реализованы несколько десятков проектов поиска нейтрино. Более половины из них продолжают и сегодня.

Глубокая коллаборация

Проект Борексико в 1986 году инициировали Джанпаоло Беллини из Миланского университета, Франк Калапрайс из Принстонского университета и Раджу Рагхаван из Лаборатории Белла. Экспериментальную установку начали строить в 2004 году, а первые нейтрино зафиксировали в 2007-м. Коллаборацией руководит Национальная лаборатория Гран-Сассо в городе Л'Аквила, расположенном в самом центре Италии, в Апеннинах. В коллаборации также участвуют научные группы ФРГ, Польши, РФ, США, Украины, Франции. С российской стороны в разработку детектора, получение и анализ данных большой вклад вносят ученые НИИЯФ МГУ, НИЦ «Курчатовский институт» и ОИЯИ. Изначально перед Борексико стояла задача обнаружения солнечных нейтрино с энергиями порядка 1 МэВ и менее, однако проект оказался настолько успешным, что ныне решает самые разнообразные задачи.

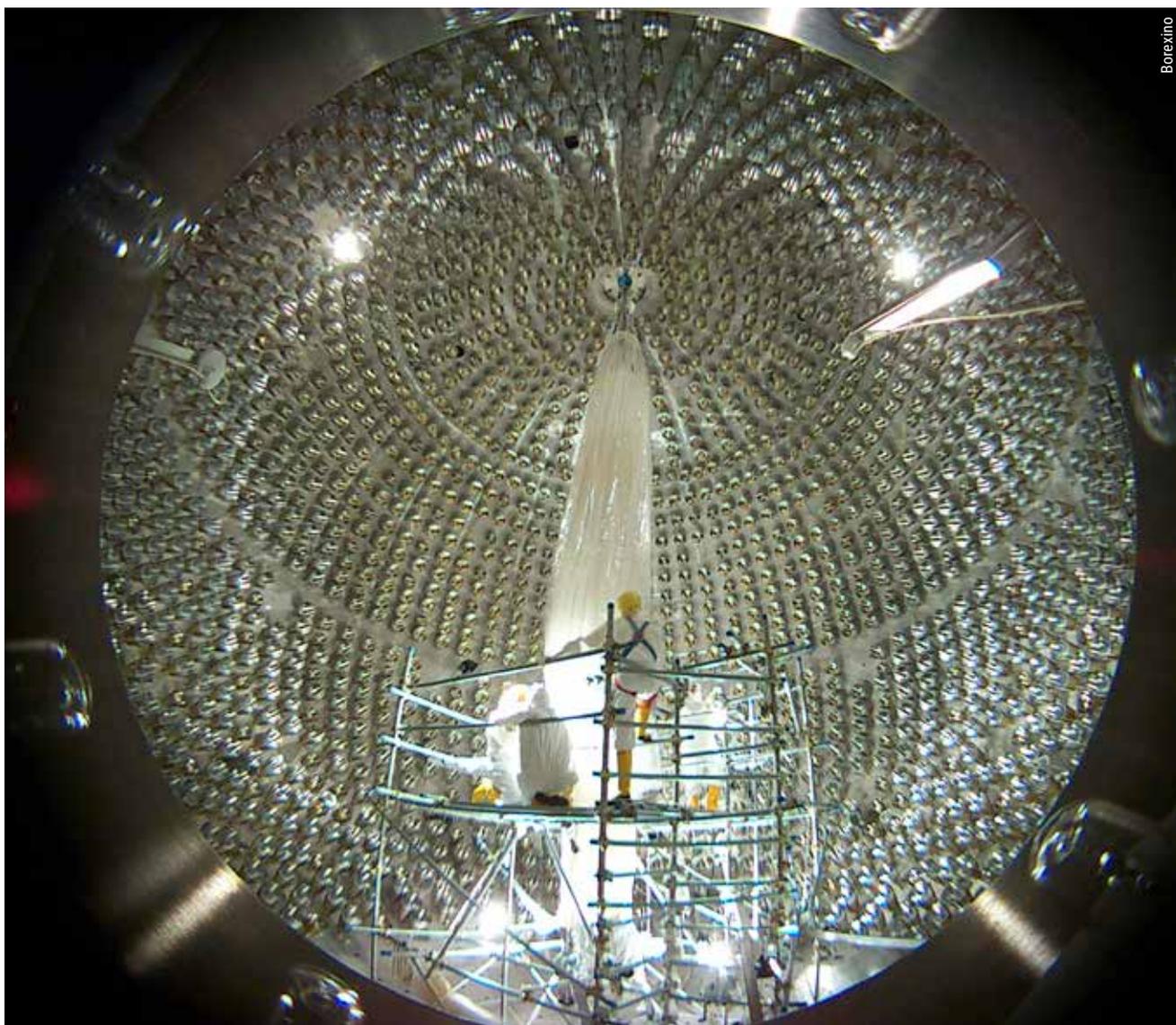


Аппаратура эксперимента, расположенная глубоко под землей, скрыта от внешних воздействий горными породами. Сердце экспериментальной установки — уникальный в своем роде сцинтилляционный детектор со слоевой защитой. Его чувствительный элемент выявляет солнечные и звездные нейтрино по результатам их упругого рассеяния на электронах молекул, содержащихся в жидком органическом сцинтилляторе: именно такой метод годится для поимки нейтрино малых энергий. Грубо говоря, после столкновений электроны сначала переходят на возбужденный энергетический уровень, а затем возвращаются на основной с излучением света. Детектирование же антинейтрино с энергиями 1— 10 МэВ и выше, например, от ядерных реакторов, происходит за счет обратных бета-распадов в материале детектора, которые в конечном итоге также выдают себя свечением (см «Химию и жизнь», 2021, 2). Его регистрируют фотоэлектрические умножители слабых сигналов. Совмещение в одном нейтринном

▲ *Сердце установки — нейлоновый шар, в который зальют светящуюся жидкость, — испытывают в Принстонском университете*

детекторе методов упругого рассеяния и обратного бета-распада позволяет решать широкий круг задач в диапазоне двух порядков энергии нейтрино. В отличие от некоторых других проектов, Борексико не определяет направления прилета нейтрино, однако точность определения их энергетических спектров с лихвой компенсирует этот недостаток.

Сам детектор — это сферическая нейлоновая оболочка, в которую налито триста тонн сверхчистой жидкости-сцинтиллятора. Это очищенный псевдокумол (1,2,4-триметилбензол — $C_6H_3(CH_3)_3$) с добавкой флуоресцентного красителя ППО (2,5-дифенилоксазол, $C_{15}H_{11}NO$) в концентрации полтора грамма на литр. Оболочку покрывает защитный буферный слой такой



▲ *Нейлоновую оболочку детектора затаскивают внутрь стальной сферы*

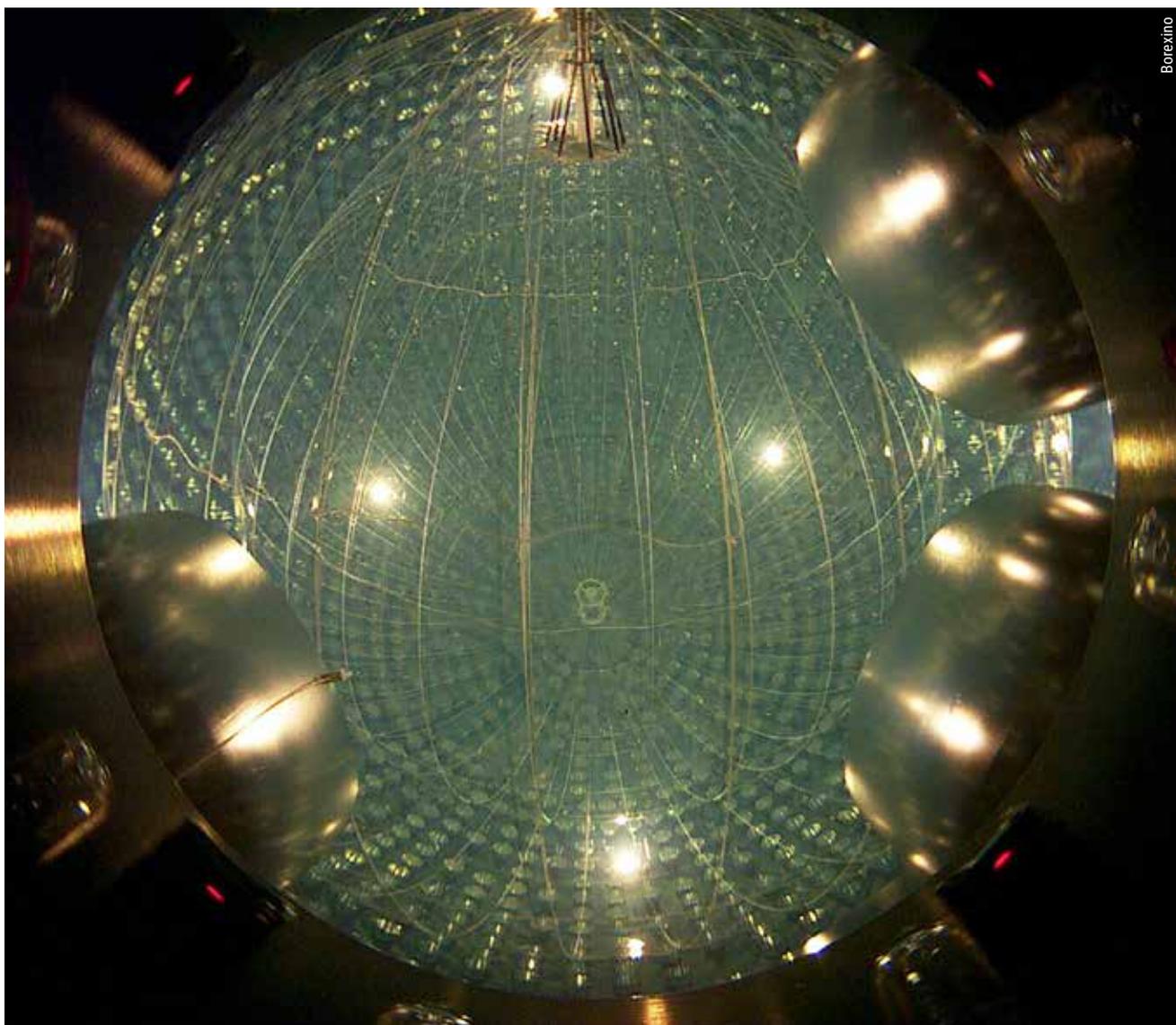
же жидкости, но без сцинтиллирующих добавок; он также заключен в нейлон. Примеси фоновых радиоактивных изотопов урана и тория в жидкости сведены к минимуму. Снаружи смонтирована стальная сфера сантиметровой толщины диаметром около сорока метров. Сфера помещена в бак размером в восемнадцать метров, заполненный тысячей тонн чистой воды. Это своего рода фильтр, который защищает область детектирования от нейтронов и гамма-квантов внешних излучений.

Дно водяного бака и наружная сторона стальной сферы равномерно покрыты двумя сотнями фотоумножителей для регистрации черенковского излучения в водном фильтре. Так маркируют внешние космические мюоны, которые пробираются сквозь толщи гор и искажают результаты эксперимента. Полезную инфор-

мацию в центральной области детектора извлекают около двух тысяч фотоумножителей: их равномерно распределили по внутренней стороне стальной сферы. За тринадцать лет работы примерно половина из них вышла из строя, что, однако, не сильно влияет на принципиальные результаты Борексино.

Стандартно ли Солнце?

Теория нашей и других звезд разработана достаточно подробно, потому модель Солнца носит название Стандартной. Но верна ли она? Сильнейший удар по ней нанесли самые первые нейтринные эксперименты середины XX века. Поток солнечных нейтрино, измеренный разными группами, оказался сначала вдвое, а при уточнении — втрое меньше ожидаемого. Теорию астрофизики изменять не стали, а лихо предположили существование сразу двух новых физических существностей: мюонного и тау-нейтрино, названных так по именам легких частиц, с которыми они рождаются и



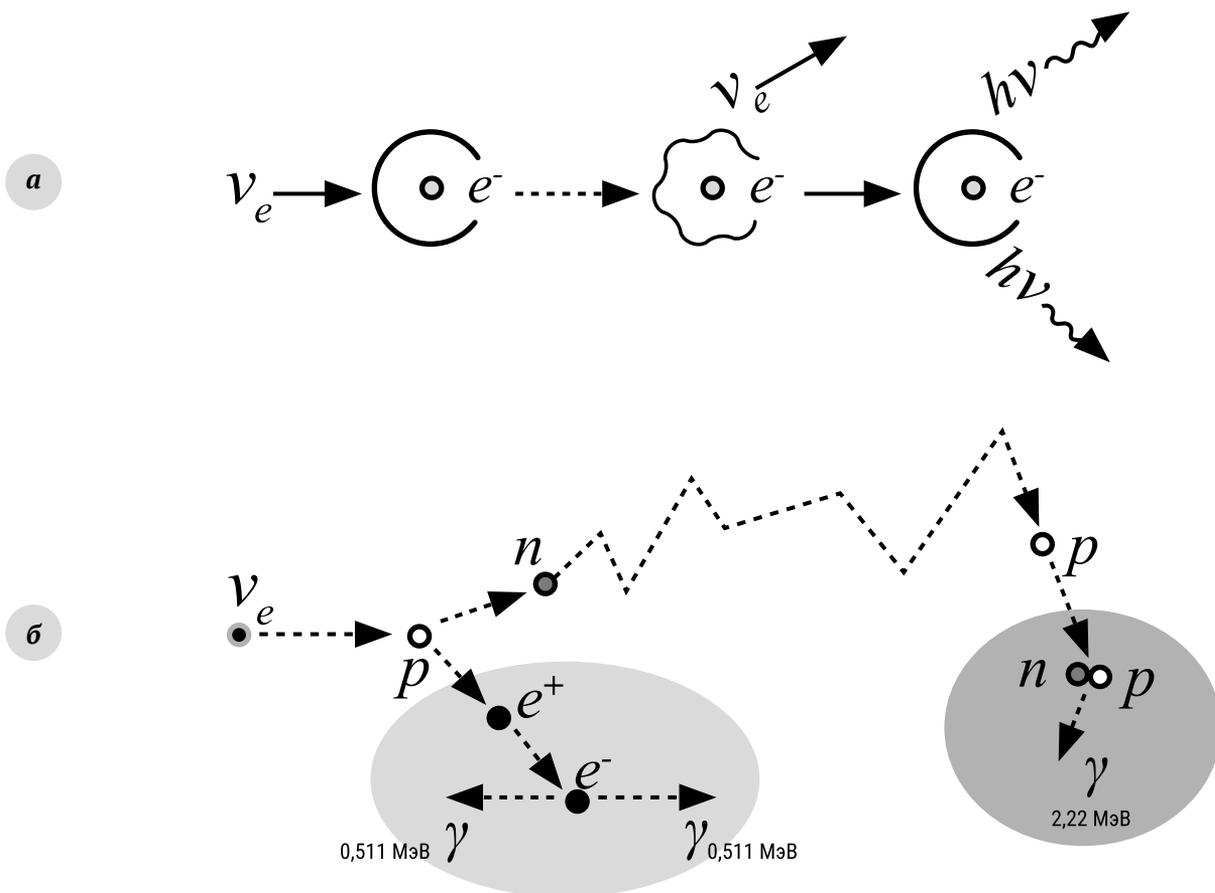
взаимодействуют при распадах. Появляющуюся при бета-распаде частицу стали называть электронным нейтрино. Ныне общепризнано, что нейтрино способны осциллировать, то есть переходить друг в друга. Например, по пути к Земле электронные нейтрино Солнца превращаются в нейтрино двух других поколений, которые Борексина не видит. Модель осцилляций нейтрино справедлива, если частички имеют очень маленькую, но ненулевую массу.

Изначально с помощью Борексина планировали получить спектры солнечных нейтрино, рожденных в одной из цепочек солнечного протон-протонного цикла, а именно при преобразовании бериллия-7 в литий-7; обнаруживать эти нейтрино детектору легче всего. Запущенный в начале 2007 года прибор уже через несколько месяцев дал первые положительные результаты. С тех пор разработчики постоянно увеличивают его чувствительность, в основном за счет очистки сцинтиллятора от радиоактивных примесей, а в печати регулярно появляются сообщения об этапных

▲ *Исследования можно начинать: жидкость-сцинтиллятор залита в детектор*

достижениях проекта. В 2012 году ученые зафиксировали нейтрино от редкой протон-электрон-протонной реакции протон-протонного цикла. Спустя два года в журнале «Nature» появилась статья об успешном поиске низкоэнергетичных нейтрино от самой первой реакции того же цикла. Это стало одним из ключевых достижений проекта. К 2018 году ученые обобщили многолетние результаты измерений. Они надежно детектировали нейтрино и измерили потоки нейтрино всех цепочек реакций протон-протонного цикла — главного цикла, который дает энергию Солнцу.

Совсем недавно, в конце 2020 года, исследователи первыми в мире представили доказательства существования углеродного цикла на Солнце. Экспериментаторы добились этого благодаря дополнительной очистке сцинтиллятора, внедрению новой системы



▲ Если энергия нейтрино мала, то его рассеяние на электронах вещества даст лишь вспышку от возбуждения электронов (а). А если достаточно велика, может произойти ядерная реакция: протон вещества превратится в нейтрон с испусканием позитрона. Позитрон, проаннигилировав с ближайшим электроном сразу породит два гамма-кванта (б, слева), а нейтрон, попав в протон какого-то другого атома, возбудит его и совместно они испустят еще один гамма-квант, но попозже (б, справа). Детектор Борексино использует оба способа ловли нейтрино

стабилизации температуры, а также более совершенным методам статистической обработки измерений. Сигнал от нейтрино углеродного цикла не превышал нескольких отсчетов за день, но этого оказалось достаточно для статистически надежного детектирования. В полном согласии со Стандартной моделью Солнца эксперимент показал: вклад углеродного цикла в общее энерговыделение светила составляет около одного процента.

В XX веке нейтринные эксперименты были единственным способом заглянуть в центр Солнца и, в перспективе, звезд. В наше время с появлением новых приборов и расчетных методов успешно развивается звездная сейсмология. Подобно земной сейсмической томографии эта наука устанавливает внутреннее строение звезд. Астрофизики наконец-то получили возможность сравнивать выводы разных наблюдательных методов.

Данные гелиосейсмологии позволяют оценить элементный состав в подповерхностной конвективной зоне Солнца, занимающей примерно треть его радиуса. Оказалось, что доля элементов тяжелее водорода и гелия в ней превышает расчетные данные Стандартной модели и не согласуются с оптическими спектрами поверхности Солнца. Теоретики уже предложили новую модификацию общепринятой модели. Нейтринные спектры, полученные для всех стадий разных циклов Солнца, в особенности углеродного, в будущем позволят измерять концентрации элементов, участвующих в термоядерных реакциях. Как доказал проект Борексино, надежный и чувствительный детектор способен уверенно разделять их по энергетическим спектрам нейтрино. Есть надежда, что это поможет решить насущный вопрос о том, как состав центральной области нашего светила связан с элементным составом других его частей.

Ядерная Земля

Модель тепловыделения Земли разработана далеко не так детально, как модели звезд и Солнца. Еще в 1937 году советский математик А.Н. Тихонов показал, что величину теплового потока планеты определяет преимущественная концентрации естественных радиоактивных изотопов под ее поверхностью, в первом десятке километров земной коры. Но и сегодня у мировой геофизики нет единства даже в том, какая доля радиоактивного распада происходит в коре, а какая в мантии.

Интересен также вопрос, существуют ли в толще Земли области, где радиоактивные элементы столь сильно сконцентрированы, что речь может идти об активных ядерных реакторах в ее недрах. О принципиальной возможности этого говорит потухший сотни миллионов лет назад естественный ядерный котел в Габоне (см. «Химию и жизнь», 1980, 6; 2014, 8). Геофизики нашли его следы в 1972 году на месторождении Окло, где велась добыча урановой руды для французской ядерной программы. Теория энерговыделения Земли находится в начальной стадии разработки, даже оценки ее общей тепловой мощности получены с точностью до трети величины.

Детектор Борексина может ловить не только нейтрино от реакций на Солнце, но и антинейтрино от радиоактивных распадов в Земле, так называемые геонейтрино. Правда, не все. Из всех известных долгоживущих изотопов ему пока заметны следы распада только урана-238 и тория-232: их земные запасы велики, а образующиеся при естественных распадах антинейтрино обладают достаточно высокими энергиями. При этом детектор почти не различает их сигналы, поэтому ученые судят о долях обоих элементов на основе модельных представлений. Кроме Борексина ловить земные антинейтрино может только японский сцинтилляционный детектор КамЛэнд, с результатами которого коллаборация сверяет свои данные.

А есть ли на Земле еще какие-то источники антинейтрино? Да, есть. Это, к примеру, четыре с половиной сотни атомных реакторов разных стран, дающих несколько другой спектр антинейтрино. Для некоторых оценок, в частности, мощности глубинных ядерных реакторов, ученым пришлось отделить этот фон. Его оценили на основе данных Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) о мощностях ядерных энергоустановок.

Исследователи проекта смогли определить поток и измерить энергии геонейтрино. Первый этап набора статистики прошел в 2007—2015 годах, а к завершению второго этапа в 2019 году количество данных удвоилось. Блестящие итоги обоих этапов наблюдений были подведены обзорной публикацией января 2021 года в журнале «Physical Review D». Суммарно приборы зафиксировали 53 геонейтринных события с ошибкой в 18%. В целом поток оказался в триллион раз слабее солнечного. Это позволяет оценить общую мощность

тепловых источников от радиоактивных распадов в толще Земли в 38 ТВт, что близко к теоретическим моделям, предложенным геофизиками.

Сравнение с известными геофизическими данными показывает, что основное тепло Земли происходит от радиоактивных распадов. Данные о содержании радиоактивных изотопов в литосфере хорошо известны геологам. Детектор Борексина слабо чувствителен к глубинным слоям мантии и ядра, поскольку поток антинейтрино сильно снижается с увеличением расстояния до источника частиц. Физики вычли литосферную долю урана и тория из общей концентрации изотопов, оцененной по числу пойманных ими антинейтрино. Так была получена примерная мантийная доля изотопов, которая оказалось чуть меньше половины их общего содержания. Это значит, исследования достоверно указали на наличие радиоактивных элементов в мантии Земли. Анализ экспериментальных данных в сравнении с оценкой гипотетического потока антинейтрино от уранового реактора в центре земного ядра показал, что, если даже он и существуют, его мощность не может превышать 2,4 ТВт. Это минимальная оценка среди всех предыдущих, в том числе эксперимента КамЛэнд.

В ближайшие годы исследователи надеются повысить точность измерений с тем, чтобы явно выявить доли тория-232 и урана-238 в общем энергопотоке планеты. Пока же при интерпретации части своих результатов ученые используют для литосферы Земли известное геофизикам из изучения метеоритов соотношение торий/уран (3,9). Сегодня можно сказать, что результаты проекта по земным антинейтрино позволяют надеяться на выяснение параметров всех ядерных реакций толще Земли.

Фундаментальность Борексина

Благодаря тому что Борексина может фиксировать нейтрино в широком диапазоне энергий, у исследователей появляется важный инструмент. С его помощью они могут устанавливать ограничения на различные теории и прощупывать пути к разрешению загадок мироздания. Вот некоторые из них.

Хотя известны три типа нейтрино: электронное, мюонное и тау, теоретики предполагают, что могут существовать и нейтрино других типов, их назвали стерильными. Их пока что не нашли, но физики не оставляют попыток, потому что эти частицы очень интересны. Почему? Причины три. Во-первых, их существование позволяет объяснить некоторые нестыковки различных нейтринных экспериментов. Во-вторых, такое открытие может привести к прорыву: станет ясно, что Стандартная модель элементарных частиц не дает полного описания нашего мира и нужно заниматься так называемой Новой физикой. В-третьих, эти частицы считают важными кандидатами в темную материю.

Теоретики условно делят стерильные нейтрино на тяжелые и легкие, а детектор Борексино отлично подходит для поиска следов обоих типов. Поиски тяжелых нейтрино в продуктах распада бора-8 на Солнце не привели к положительному результату, и семь лет назад ученые проекта установили в тысячу раз более строгие ограничения сверху на их возможные энергии, чем это следовало из данных других экспериментальных групп. А вот на легкие нейтрино подобные ограничения наложить не удалось. Детектор Борексино отлично приспособлен для соответствующего эксперимента: под ним проходит туннель, в котором можно поставить радиоактивный источник с требуемыми параметрами. Для эксперимента — выбрали источник из радиоактивного церия-144, который превращается в радиоактивный празеодим-144, и при распаде обоих вылетают антинейтрино. Их поток достаточно велик, чтобы детектор мог обнаружить дефицит этих антинейтрино в случае, если они по дороге превращаются в стерильные. Более того, перемещая источник под детектором, можно менять расстояние до него в пределах 4,5—12,5 метров. И если при этом поток антинейтрино будет меняться, удастся узнать, как быстро происходят нейтринные превращения. Эксперимент запланировали на 2018 год, но, к сожалению, источник, который собирали специалисты ПО «Маяк», смог дать лишь треть необходимой для эксперимента интенсивности радиоактивного распада.

Другой попыткой выйти за пределы Стандартной модели служат поиски следов реакций элементарных частиц, в которых не сохраняется электрический заряд. Ни из какой теории не следует, что такие реакции случаются, но это не останавливает физиков в их поиске. Одна из таких гипотетических реакций превращает электрон в нейтрино и гамма-квант. Ее-то следы и ищут на детекторе Борексино. Это не случайно, ведь еще в 1998 году, используя прототип детектор, исследователи установили, что время жизни электрона никак не меньше $4,26 \cdot 10^{26}$ лет. Пять лет назад на уже полноценном детекторе физики получили пока самое надежное подтверждение закона сохранения электрического заряда: время жизни электрона никак не меньше $6,6 \cdot 10^{28}$.

Три года назад команда ученых улучшила измерения магнитного момента нейтрино. Эти данные имеют прямое отношение к массе нейтрино. Проблема выглядит так. В Стандартной модели массы у нейтрино нет. Однако, как оказалось, ее не может не быть, ведь нейтрино осциллируют, превращаются друг в друга. За открытие осцилляций нейтрино Такааки Кадзита, участник другого нейтринного эксперимента японской обсерватории Супер-Камиоканде, получил вместе с Артуром Макдональдом Нобелевскую премию по физике за 2015 год. А осцилляции возможны, только если массы покоя нейтрино отличны от нуля. Однако как же измерить массу этих частиц, ведь она ничтожно мала?

Расширение Стандартной модели позволяет связать массу и магнитный момент нейтрино и даже

дает его оценку: не более 10^{-18} магнетона Бора, то есть элементарного магнитного момента. Магнитный момент измерять несколько проще, чем массу, однако пока что и тут точности не хватает. Так, лучшей оценкой магнитного момента нейтрино до недавнего времени была такая: менее $1,1 \cdot 10^{-10}$ магнетона Бора. Физики Борексино улучшили эту оценку до менее $2,8 \cdot 10^{-11}$. Казалось бы, это все равно очень далеко от того, что дает теория. Однако нужно принимать во внимание, что есть и другие физические модели и в них-то оценки магнитного момента нейтрино оказываются гораздо ближе к тем пределам, что удалось достичь экспериментаторам.

В 2020 году большой публикацией завершен очередной этап поиска низкоэнергетичных (1,8—16,8 МэВ) антинейтрино от различных астрофизических источников. Повышение чувствительности детектора в два с половиной раза позволило установить ограничения сверху на интенсивности нейтринных потоков от сверхновых в неисследованной прежде области энергий ниже 8 МэВ. Ученые надеются, что это послужит развитию теоретических моделей взрывов таких звезд.

О том, насколько трудна и кропотлива экспериментальная работа участников проекта, говорит история измерения скорости распространения нейтрино в 2012 году. Идея заключалась в том, чтобы создать короткий и мощный поток нейтрино на расположенном в Швейцарии ускорителе ЦЕРНа, а затем детектировать этот всплеск в лаборатории Гран-Сассо при синхронизации отсчетов времени лабораторий. В результате измерений появились сообщения о сенсации — скорость нейтрино превысила скорость света. Детальное расследование предполагаемого нарушения теории относительности показало, что причина банальна: оптический кабель блока отсчета времени был неплотно вставлен в разъем. Точные измерения подтвердили, что нейтрино распространяются со скоростью света.

Уже четырнадцать лет коллаборация непрерывно накапливает и обрабатывает данные о нейтрино и антинейтрино разных источников. Кроме Земли и Солнца — это сверхновые звезды, мощные космические гамма-всплески, атомные электростанции и прочее. Сбор экспериментальных данных продолжается, а недавние успехи в обнаружении солнечного углеродного цикла дают надежду на развитие нейтринной астрономии других звезд. Расчеты показывают, что если продолжить модернизацию проекта, то он будет способен детектировать нейтрино сверхновых Галактики. Коллаборация также совершенствует методы, позволяющие дистанционно оценивать параметры атомных реакторов. Такая возможность скоро появится у многих стран. Китай, например, строит похожий детектор JUNO на жидком сцинтилляторе. Он в семьдесят раз превосходит Борексино по массе рабочего вещества. Сегодня уже очевидно, что общее количество нейтринных проектов мира ведет к прорыву в экспериментальной физике нейтрино.

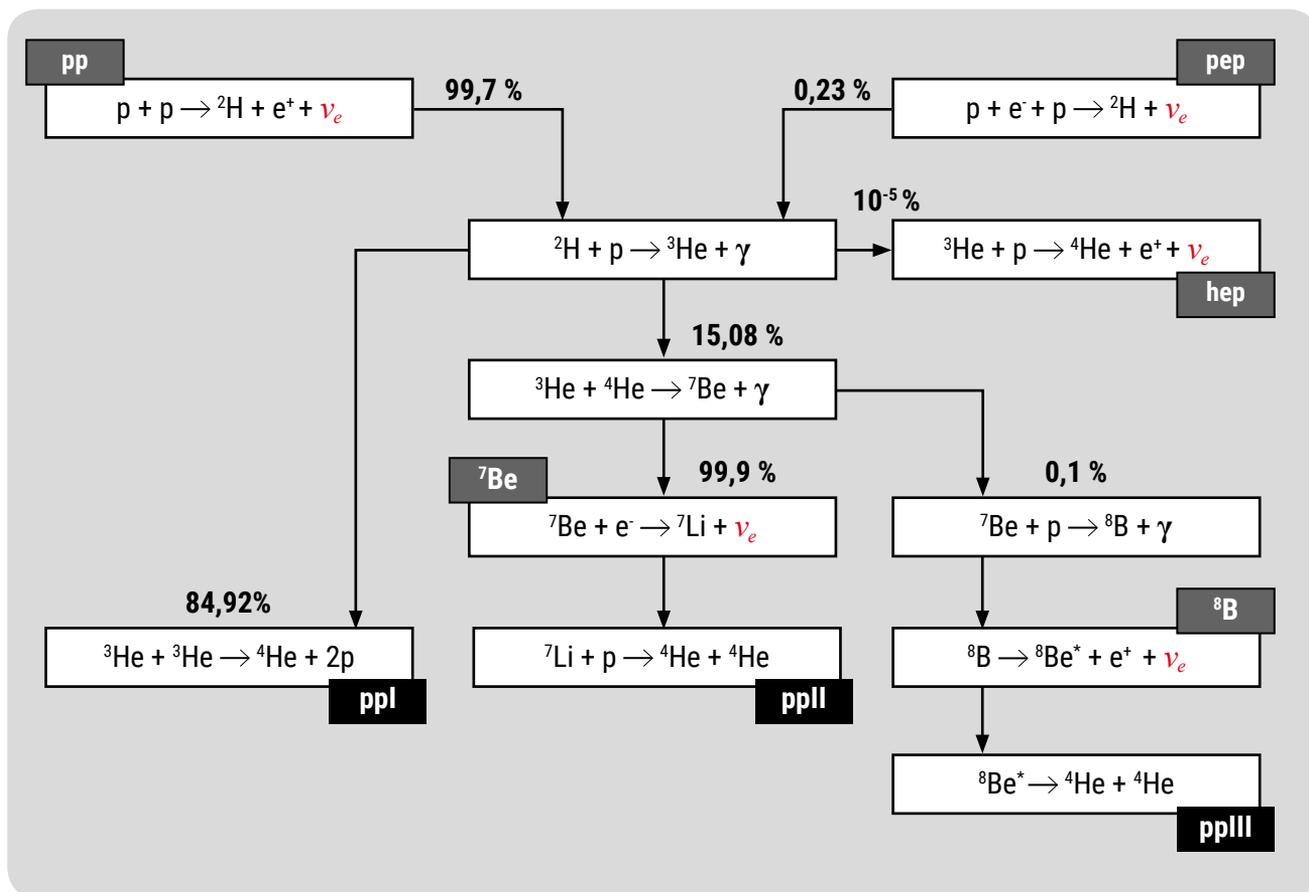


Солнце и Земля: стандартные и модельные

В звездной астрофизике общепринята так называемая Стандартная модель Солнца. Эта теория устройства звезд описывает их как газовые шары, которые нагревает энергия термоядерного синтеза химических элементов внутри них. Так в центральной области светил солнечной массы при температурах в полтора десятка миллионов градусов идет в основном реакция слияния протонов, то есть ядер водорода, в ядра гелия. При синтезах захватываются электроны, рождаются нейтрино и позитроны. Позитроны

аннигилируют с окружающими электронами и порождают кванты гамма-излучения, которые затем отдают энергию окружающему газу за счет многократного поглощения и переизлучения. Нейтрино же за пару секунд непринужденно покидают звезду, неся информацию о ее внутреннем строении и температуре. Сильный нагрев изнутри вызывает свечение приповерхностных слоев звезд. Например, спектр солнечного света близок спектру излучения черного тела при температуре 5500°С

Энерговыведение при протон-протонном цикле, приводящем в конечном счете к появлению ядер гелия, определяется первым его этапом, самой медленной реакцией слияния двух протонов в ядро дейтерия. В ней рождаются электронные нейтрино с энергией меньше 0,425 МэВ. Ловить их сложно из-за невысокой энергии и необходимости однозначно выделять их на фоне других. Сечение этой реакции, ключевое для Стандартной модели Солнца, рассчитывают теоретически. Баланс цикла всегда одинаков: на входе четыре протона,



▲ Протон-протонный цикл, дающий основную энергию Солнцу, разными путями приводит к одному и тому же результату

на выходе ядро атома гелия-4, состоящее из двух протонов и двух нейтронов, два позитрона, два электронных нейтрино и 26,7 МэВ энергии.

Однако сам цикл протекает по нескольким цепочкам, в том числе и через промежуточные стадии образования изотопов лития, бериллия и бора. Реакции каждой цепи протон-протонного цикла идут с разной эффективностью, которая зависит от температуры звезды. Они локализованы в разных областях ее центральной части. Важно, что каждая цепочка дает нейтрино своих характерных энергий. К примеру, реакция с образованием бора-8 порождает нейтрино максимальной энергии 15 МэВ, и она очень чувствительна к температуре в центре Солнца. Таким образом,

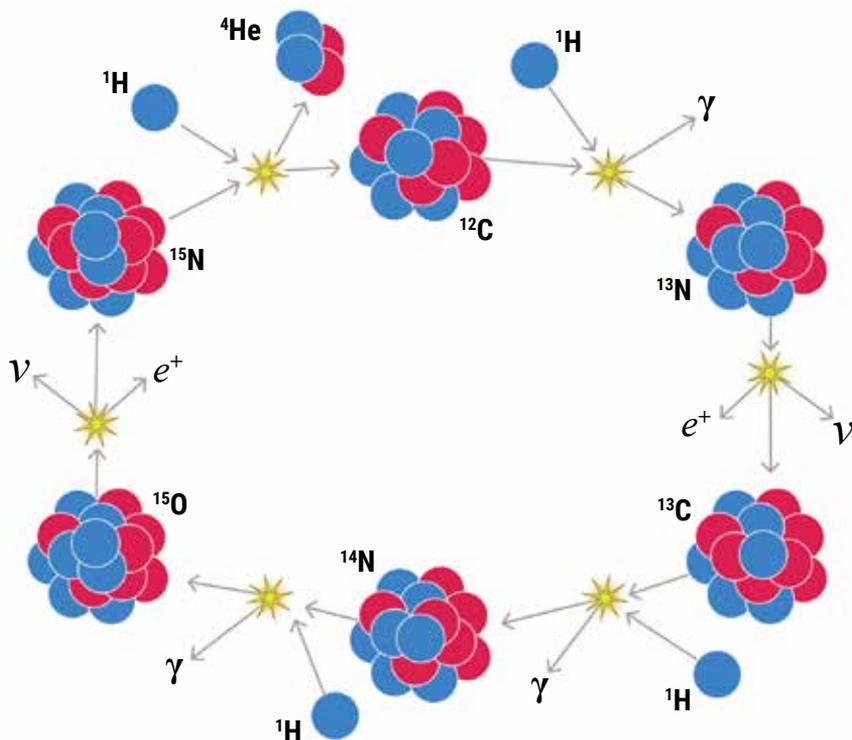
зная интенсивности реакций по измерениям потоков порождаемых ими нейтрино, можно судить о содержании элементов в той или иной части Солнца. Или же, имея представление об этом химсоставе, — определять температуру области.

Около 1% солнечных протонов участвуют в альтернативном протон-протонному CNO цикле, он же цикл Бете — Вайцзеккера, или просто углеродный. Суммарный протон-гелиевый баланс здесь тот же, но реакционные стадии иные. Протон попадает в ядро углерода-12, и появляются гамма-квант и ядро азота-13, которое при распаде превращается в позитрон, нейтрино и ядро углерода-13. Оно снова сливается с протоном, излучает гамма-квант и становится ядром азота-14. Это ядро соединяется с протоном, излучает квант и становится ядром кислорода-15, которое распадается на позитрон, нейтрино и ядро азота-15. Оно соединяется с протоном, чтобы стать ядром кислорода-16, и цикл завершается его распадом на ядро

углерода-12 и альфа-частицу, то есть ядро гелия-4. Углерод, а также азот и кислород здесь фактически служат катализаторами, так как при полном завершении начавшегося с них цикла возвращаются к исходным концентрациям.

Почти столетие назад ученые показали, что звезды массой около солнечной и менее основную часть своей жизни получают энергию от протон-протонного цикла. Углеродный цикл существен для звезд с массой на треть выше. Тяжелые и горячие звезды с большей долей металличности, то есть элементов тяжелее гелия, должны потреблять главным образом энергию CNO цикла. Изучая энергии солнечных нейтрино, можно проверить эти и другие теоретические предположения, оценить вклад реакций разных циклов в солнечные процессы, экспериментально обосновать модель Солнца.

Теоретическая модель Солнца дает оценку количества нейтрино разных энергий, излучаемых по



◀ В углеродном цикле углерод, кислород и азот по кругу превращаются друг в друга. При полном прохождении цикла их концентрации не изменяются, а на выходе получается, что из четырех протонов образуется одно ядро гелия-4

Известен и земной термический градиент — при заглублении на каждую сотню метров температура вырастает на три градуса. Давно выяснены теплопроводность земной коры, в среднем в 47 ТВт оценена общая тепловая мощность планеты. Более века назад геофизики считали, что Земля с момента рождения только охлаждается и существенные внутренние источники тепла у нее отсутствуют. Это приводило к оценкам ее возраста в миллионы — десятки миллионов лет, что противоречило на порядки большим данным стратиграфических летописей планеты.

В XX веке с открытием радиоактивных элементов и началом массового бурения на нефть и газ вопрос о внутренних источниках тепла зазвучал с новой силой. Керны вынутых из скважин пород нередко содержат распадающиеся радиоактивные элементы, так что сегодня мы примерно представляем концентрацию радиоактивных элементов в приповерхностной толще планеты. Сейчас радиоактивность служит одним из методов разведки полезных ископаемых, гамма-каротаж скважин давно стал стандартом. Общепринято, что нагрев Земли есть сумма первичного тепла, запасенного при формировании планеты, и тепла естественного радиоактивного распада, главным образом, изотопов тория, урана, калия. Все они излучают антинейтрино с характерными энергиями.

всем направлениям. Если высчитать их поток на расстоянии земной орбиты, то получим, что каждую секунду через земную площадку в квадратный сантиметр проходят около 60 миллиардов нейтрино. Можно оценить и их доли, вносимые разными реакциями разных циклов. Эти теоретические предположения вошли во все учебники и давно стали аксиомой астрофизики. Дело за экспериментом.

Тепловая модель Земли разработана не так подробно, как солнечная. В первом приближении геофизики считают нашу планету слоеным шаром радиусом 6400 км. Он состоит из вязкой силикатной мантии толщиной примерно в половину радиуса и металлического ядра, которое, в свою очередь, примерно пополам разделено на внешнюю жидкую и внутреннюю твердую части. Поверх мантии располагается твердая литосфера толщиной от 400 до 700 км, подстилаемая переходным слоем, который, как считают, может быть частично расплавлен.

Литосфера покрыта твердой корой в десятки километров. Сейсмическая томография свидетельствует о медленной мантийной конвекции, то есть перемешивании, которое перемещает литосферные плиты по земной поверхности на сантиметры в год.

И в XXI веке люди все еще на удивление мало знают о планете, на которой живут. Основная информация о глубинном строении получена сейсмическими и геохимическими методами. Бурение позволяет проникнуть максимум на дюжину километров вглубь. Вулканы иногда выбрасывают на поверхность Земли более глубокие породы, вплоть до мантийных, однако выяснение начальных глубин их залегания требует дополнительных модельных представлений.

Геологи уже столетия знают, что планета выделяет тепловую энергию. Эта энергия создает вулканы, вызывает землетрясения, движет плиты континентов, питает геодинамо, рождающее магнитное поле.

Лев Жеуч



Проблемы и методы науки

Кандидат физико-математических наук

С.М. Комаров

Ловля нейтрино в озере

Физики ловят нейтрино не только с помощью детекторов, но и телескопов, задача которых разобраться с теми нейтрино, что несут нам информацию из самых глубин если не Вселенной, то, по крайней мере, Млечного Пути. Эти приборы способны не только измерять энергию пойманного нейтрино, но и определять направление, откуда оно прилетело, а также с немалой степенью уверенности распознавать принадлежность к поколению. На Земле расположены три поистине циклопических телескопа: их детекторы имеют геологические размеры — объем около одного кубического километра.

История создания нейтринных телескопов начинается в конце 50-х годов, когда будущий академик М.А. Марков (тогда член-корреспондент АН СССР, работавший в ОИЯИ в Дубне) предложил ловить нейтрино, возникающие при столкновении космических лучей с атмосферой, огромным детектором на дне глубокого озера. Речь шла о нейтрино очень больших энергий, создать которые в ускорителе ни тогда, ни сейчас физики не могут. Как предположил Марков, среди них изредка могут попадаться и нейтрино космического происхождения. Сечение взаимодействия таких нейтрино с веществом столь мало, что для получения каких-то осмысленных данных требуется детектор километровой размера — в нем можно ожидать несколько событий в месяц. Сделать столь огромный детектор невозможно, зато удастся использовать природные объекты — воду или лед.

Эту идею впервые воплотили к 1993 году в виде нейтринного телескопа НТ-36. Его под патронажем Объединенного института ядерных исследований

(ОИЯИ) и Института ядерных исследований РАН установили на глубине 1,1 км в озере Байкал — его чистейшая вода сильно облегчает фиксацию следов от искомым нейтринных событий. Телескоп состоял из трех вертикальных гирлянд фотодетекторов, подвешенных на буйах и закрепленных якорями на дне озера. Эти гирлянды составили треугольник со сторонами 15,8—15,2—12,3 метра, а на каждой с интервалом 6 метров располагались 12 фотоэлементов, собранных в пары: тогда считалось, что так система будет надежнее, теперь их вешают поодиночке.

Работает телескоп так. Когда в толще озера случается нейтринное событие, акт взаимодействия нейтрино с веществом детектора (в данном случае

▼ *Директор ИЯИ РАН, доктор физико-математических наук М.В. Либанов, директор ОИЯИ, академик РАН Г.В. Трубников, министр науки и высшего образования РФ, кандидат юридических наук В.Н. Фальков, стоя слева от проруби, наблюдают за спуском в воду очередного оптического элемента нейтринного телескопа*

▼ *Для монтажа очередного модуля нейтринного телескопа на льду Байкала расположился целый городок с лебедками, подъемными кранами, ящиками с детекторами и катушками с километрами кабелей*





▲ Работы по монтажу начинаются со вскрытия льда. Для этого используют бензопилу, с которой отлично управляет министр науки и высшего образования РФ В.Н. Фальков. Слева от него — директор ОИЯИ, академик РАН Г.В. Трубников, с интересом наблюдающий за процессом, справа — директор ИЯИ РАН, доктор физико-математических наук М.В. Либанов

с водой), возникают вспышки света. Фотоэлементы фиксируют эти вспышки: по их яркости можно определить энергию, а по их засветке рассчитать направление полета нейтрино.

Этот телескоп получил важные сведения о высокоэнергетичных нейтрино, возникающих в атмосфере в результате столкновения частиц космических лучей с ее атомами. Однако поймать нейтрино, возникшие в глубинах космоса, не удалось. Более того, их ведь надо не только поймать, но и отличить от атмосферных. Самый верный способ — ловить нейтрино, летящие с другой стороны Земли: в этом случае доля космических нейтрино оказывается в миллионы раз больше атмосферных. Иными словами, основное внимание должно быть уделено нейтрино, восходящим от дна к поверхности озера. Из числа нисходящих ней-

трино выделить космические можно, однако они либо должны обладать столь большой энергией, чтобы их нельзя было спутать, либо их поток должен быть очень мощным, заметным как аномалия над уровнем фона.

Опыт работы с первым нейтринным телескопом позволил составить проект его модернизации, и вскоре был установлен НТ-96, а в 1998 году на дне Байкала смонтировали НТ-200 со 196 фотодетекторами на девяти гирляндах. Учитывая бедственное положение с финансированием российской науки в 90-х, создание нейтринных телескопов можно расценивать как гражданский подвиг.

В это же время, в 1997 году, аналогичный детектор построили во льду Антарктиды; это был AMANDA (Antarctic Muon And Neutrino Detector Array, Антарктический массив мюонных и нейтринных детекторов): 10 гирлянд, расположенных по окружности диаметром 100 метров, на которых разместили 302 детектора. Вся эта система находилась на глубине 2—1,5 км под поверхностью полярного ледника вблизи американской станции Скотта-Амундсена. Сейчас он стал частью самого совершенного из работающих нейтринных телескопов IceCube («Ледяной куб»), действующего под патронажем ЦЕРНа. Эффективный объем его ледяного детектора составляет 0,4 кубического

километра льда, в котором расположены 86 гирлянд по 60 цифровых оптических модулей для фиксации всплеск света во льду. Третий телескоп, Antares, названный так в честь звезды, в 2008 году построили на глубине 2,4 км в Средиземном море недалеко от Тулона. Он состоит из 12 вертикальных 350-метровых гирлянд, на каждой из которых установлено по 65 оптических модулей.

Сейчас все эти телескопы находятся в состоянии модернизации. Так, в Антарктиде прокладывают шахты во льду для размещения еще 120 гирлянд, после чего к 2030 году объем ледяного детектора станет 7,3 кубического километра. Этот телескоп назван Ice-Cube-NextGen, то есть следующего поколения. Вместо



◀ ▼ К каждой гирлянде, погружаемой в озеро, присоединяют 36 оптических элементов. Такой элемент представляет собой прозрачный шар, в который заключены фотодетектор и электроника, необходимая для передачи полученного сигнала на материк





▲ Спуск очередного оптического элемента под воду требует участия нескольких человек

Antares в Средиземном море к 2024 году смонтируют телескоп со звучным названием KM3NeT, то есть Нейтринный телескоп размером в кубокилометр. На самом деле это два телескопа. Один, на месте Antares, со 116 гирляндами станет следить за осцилляциями солнечных нейтрино, а другой, у берегов Сицилии, с 230 гирляндами действительно займет объем в кубический километр на глубине более трех километров; этот телескоп станет ловить космические нейтрино высоких энергий.

А на Байкале тем временем сооружают Детектор гигатонного объема, Baikal-GVD. Монтажные работы ведут зимой, поскольку в этом случае все оборудование удобно разместить на толстом льду, покрывающем поверхность озера. Сейчас, зимой 2020—2021 годов, под лед опустили восьмой и девятый модули. До окончания работ остается опустить еще шесть; предполагается, что монтаж закончат к 2024 году. А сама стройка началась в 2015-м.

Каждый модуль состоит из семи гирлянд, расположенных по окружности диаметром 60 метров и од-

ной центральной. На каждой гирлянде размещено 36 оптических элементов: они занимают длину почти как высота Останкинской телебашни — 520 метров. А расстояние между соседними модулями составляет 300 метров. Модули связаны кабелями с берегом, а от туда данные отправляются в вычислительный центр в Дубне. Там обрабатывают сигналы о вспышках в воде, которые фиксируют фотодетекторы, и подавляющее большинство из них отсеивают как ненужный фон.

После установки 9-го модуля эффективный объем детектора превысил таковой у IceCube. Это уже позволяет проводить систематические наблюдения нейтрино, поэтому не случайно именно сейчас было объявлено о начале эксплуатации российского нейтринного телескопа: это сделали 13 марта 2021 года министр науки и высшего образования РФ В.Н. Фальков и директор ОИЯИ, академик РАН Г.В. Трубников.

В принципе, сбор данных телескоп ведет с самого начала стройки, однако его чувствительность до сих пор была слишком мала, чтобы говорить о каких-то системных наблюдениях. Так, за 2015—2019 годы было зарегистрировано 12 событий с энергией более 100 ТэВ. Но все они были нисходящими, то есть, скорее всего, были порождены в атмосфере, лишь одно событие 2019 года с энергией 91 ТэВ было от нейтрино, которое летело с другой стороны Земли.



◀ *Оптический элемент успешно скрылся в проруби. Скоро за ним последуют остальные*

Не увенчались успехом и попытки обнаружить всплески нейтрино, которые фиксировали другие детекторы. Например, когда в 2017 году американские гравитационные антенны обнаружили слияние двух нейтронных звезд (см «Химию и жизнь», 2017, 11), байкальский телескоп не заметил никаких нейтринных следов этого события, впрочем, как и IceCube, и Antares. С 2018-го действует соглашение об обмене данными с Antares, но и оно не привело к успеху – никаких событий, связанных с теми, что фиксировал Antares, не было замечено. Видимо, когда комплектация телескопа станет полной и эффективный объем детектора составит 0,75 кубического километра, эта ситуация исправится.

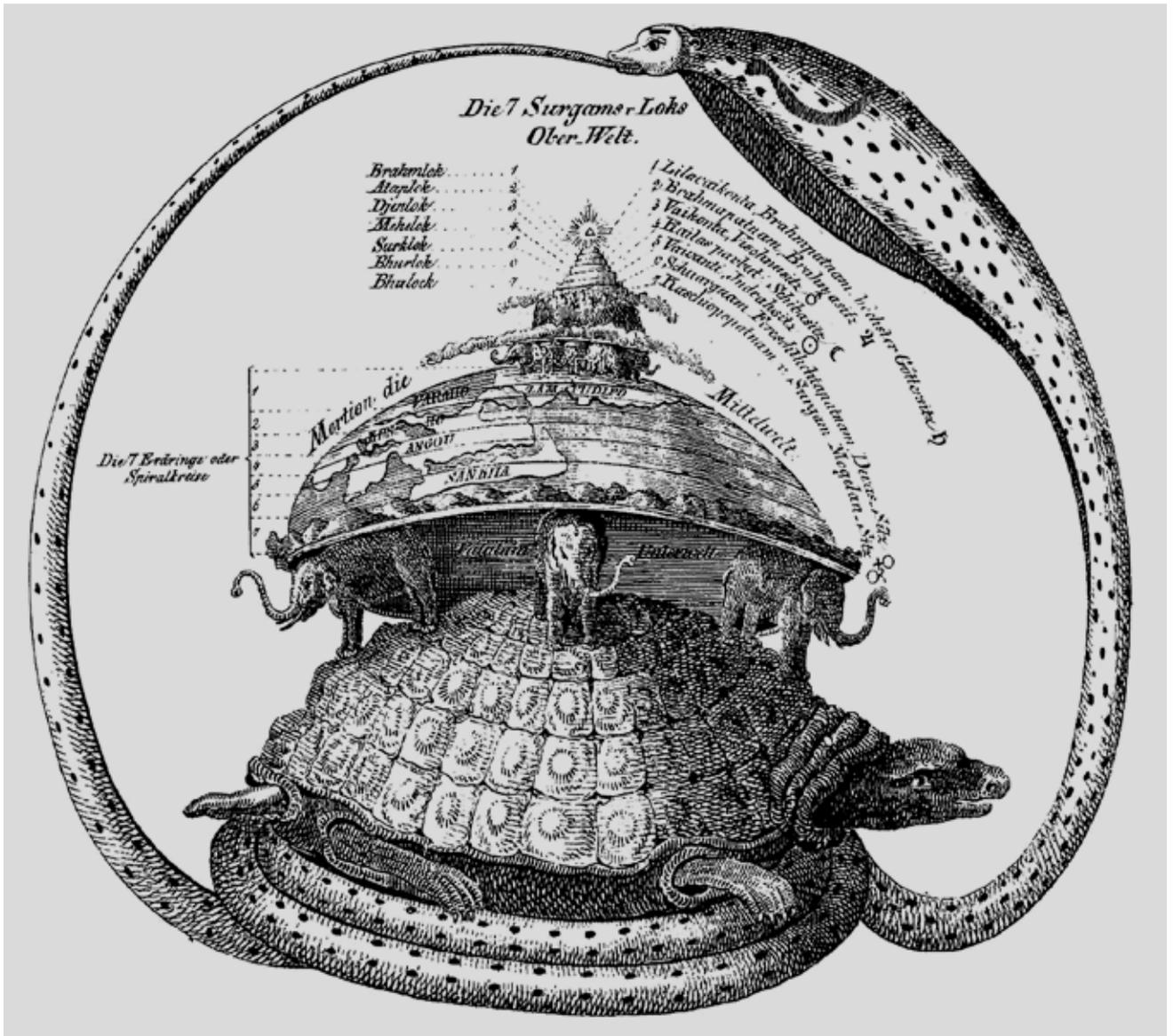
Пока что основные результаты в деле нейтринной астрономии получил IceCube. Его главное открытие — обнаружение диффузного потока космических нейтрино. Всего за 10 лет наблюдений этот телескоп зафиксировал 50 восходящих нейтрино сверхвысокой энергии, более 60 ТэВ, и ловит 100—150 нейтрино в год с энергией в 1 ТэВ. Эти нейтрино в подавляющем большинстве случаев прилетают с произвольных направлений, и физикам не удается определить источники: поэтому их и назвали диффузными.

Однако один раз, 22 сентября 2017 года, счастье улыбнулось астрофизикам. Дело было так. IceCube зафиксировал пролет нейтрино высокой энергии. За несколько секунд определили, откуда оно прилетело, и туда сразу же направили несколько телескопов. И действительно, орбитальный рентгеновский телескоп нашел там интересный объект — блазар. Это огромная черная дыра в ядре Галактики; при поглощении вещества она выбрасывает его часть в виде джетов — своеобразных фонтанов, бьющих с ее полюсов с околосветовой скоростью. Найденный блазар лежит, с нашей точки зрения, на боку: один из его джетов ука-

зывает в направлении Солнечной системы. То есть мы видим именно события, происходящие в этом джете, а вылетающие из него частицы имеют много шансов долететь до Земли, если будут двигаться по прямой. Фотоны и нейтрино именно так и делают. Просмотрев данные орбитального гамма-телескопа Ферми, исследователи обнаружили, что за несколько дней до того яркость блазара увеличилась в шесть раз, а расположенный на Канарах гамма-телескоп MAGIC, продолживший наблюдения, заметил, что гамма-яркость блазара в последующие дни продолжила расти. То есть, нейтрино прилетело совсем не случайно. Покопавшись в архивах, физики нашли еще одно нейтринное событие, которое можно связать с этим блазаром, оказавшимся источником космических нейтрино сверхвысоких энергий. Этот пример показывает, как будет работать нейтринная астрономия в сочетании с другими телескопами и детекторами.

Поскольку физиков интересуют нейтрино, пришедшие с другой стороны Земли, все три телескопа образуют очень хорошую систему, дающую обзор всего неба. При этом обоим телескопам Северного полушария выпала лучшая участь. Они ловят нейтрино, пришедшие с юга, то есть оттуда, где находится экваториальная плоскость галактики. Ведь Солнечная система не столь давно, где-то миллион лет тому назад, пересекла ее в своем движении по направлению к Северному полюсу Млечного пути. Поэтому именно Байкальский телескоп имеет много шансов в ближайшее время начать фиксировать нейтрино, прилетающие к нам из центра галактики. А там, как считают астрофизики, и происходят самые интересные события, порождающие основную часть нейтрино высоких и сверхвысоких энергий.

Фото предоставлены TACC



Магнитная катастрофа в разгар каменного века

Известно, что магнитное поле Земли на протяжении ее истории много раз меняло направление своих полюсов на противоположное. Последнее такое изменение, которое назвали событием Лашамп, случилось со-

рок две тысячи лет назад. Тогда примерно за тысячу лет величина поля прошла через минимум в единицы процентов от теперешнего значения. Когда поле ослабло, его полюса, перемещаясь по поверхности земного шара, поменялись друг с другом местами, а затем опять возвратились в прежние положения.

С событием Лашамп всегда связывали различные катастрофы, к примеру оледенение Северной Америки, вымирание неандертальцев или мегафауны Австралии, где не осталось сумчатых крупнее

кенгуру. Однако детали, в частности экологическая ситуация на Земле в переходный период и ее влияние на земную биоту, оставались неизвестными. В феврале 2021 года международная группа из тридцати трех климатологов, возглавляемая профессорами Крисом Терни из Университета Нового Южного Уэльса и Аланом Купером из Южно-Австралийского музея, опубликовала посвященную им работу.

Ученые детально исследовали соотношения изотопов углерода в годовых кольцах новозеландских деревьев каури. Их стволы отлично

сохранились в осадочных толщах болот, поэтому удалось точно измерить всплеск концентрации радиоактивного углерода за период коллапса магнитного поля. Эти данные были сведены воедино с данными тихоокеанского региона, полученными по датировкам в пещерах, слоях льда, осадочных породах. На этой основе и построили модель климатических изменений.

Климатологи сделали вывод, что около сорока тысяч лет назад магнитное поле перестало защищать Землю от частиц космических лучей и плазмы солнечного ветра, хотя Солнце в то время переживало долговременное снижение активности. Жесткий ультрафиолет ионизовал молекулы атмосферы, в результате чего исчез озоновый слой и изменился климат всей планеты.

Исследователи предполагают, что на Земле повсюду зажгли сияния вроде нынешних полярных, а ставшая хорошим проводником атмосфера была пронизана грозами и электрическими штормами. Из-за изменения климата выросли ледяные покровы Северной Америки, а пояса тропических штормов и ветров сузились. В результате резко уменьшилась влажность климата и одновременно вымерла мегафауна Австралии и Тасмании.

Жесткое излучение Солнца сильно усложнило жизнь на планете. Не исключено, что именно оно спровоцировало вымирание неандертальцев, а кроманьонцев заставило селиться в пещерах, где они оставили немало наскальных рисунков: ведь пещеры могли быть самым надежным убежищем от атмосферных явлений. Следуя выводам работы, но скорее ради привлечения внимания прессы, ученые заявили о своей тревоге в связи падением величины земного магнитного поля. Сегодня средняя его напряженность около 40 А/м, за последние сто лет она снизилась на пять процентов. (*Science*, т. 371, вып. 6531, с. 811, 2021)

Разрыв в Сычуани

Антропогенные землетрясения уже не редкость. Это еще раз подтвердило необычайно сильное для своей глубины землетрясение 2019 года в китайской провинции Сычуань. Его экономический ущерб оценен в два миллиона долларов, двое человек погибли, двенадцать получили ранения. Землетрясение магнитудой 4,9 произошло вдоль известного разлома Молин глубиной в километр. Это случилось рядом со скважиной, предназначенной для добычи сланцевого газа методом гидроразрыва. Изучению катастрофы посвящена недавняя статья, опубликованная восьмью учеными из Академии наук и университетов Китая в журнале Американского сейсмологического общества.

Известно, что землетрясения, даже искусственные, редко происходят на глубинах менее двух километров, то есть по общепринятым представлениям для магнитуды 4,9 потребовался бы гораздо более крупный разлом, чем небольшой Молин. Для характеристики его смещений ученые использовали местные сейсмические данные, а также съемки спутникового радара, которые дали необычайно ясную картину деформаций поверхности, хотя теоретически она должна быть на уровне радарных шумов.

Расследование показало, что землетрясению предшествовали два форшока магнитудой выше 4, возникшие на другом, неизвестном ранее разломе, который был активирован искусственным гидроразрывом пласта. Разлом протянулся в северо-восточном направлении рядом со скважиной. Глубины фокусов форшоков соответствовали глубине горизонтальной скважины: 2,7 км. Такая сложная картина землетрясения заставила ученых разбираться в деталях его механизма.

Скважина расположена на 1,7 км глубже фокуса основного землетрясения. Ее горизонт отделен восьмисотметровым сланцевым пластом от горизонта приповерхностного разлома Молин. Поэтому маловероятно, что закачанные в скважину инъекционные растворы могли мигрировать к нему и напрямую вызвать резкое повышение давления, как это иногда бывает. Такая гидроизоляция разлома позволила исследователям предположить, что причиной землетрясения была передача напряжений от скважины к разлому через упругие поры окружающих пород. Похоже, геофизикам придется пересмотреть представление о безопасных расстояниях до скважин. Заметим, что в свете данных о роли концентрации механических напряжений у разломов, о которых мы уже писали (см. «Химию и жизнь», 2020, 11), магнитуда сычуаньского землетрясения не вызывает удивления (*Seismological Research Letters*, октябрь, 2020)

Минералы континентальных корней

Семь континентов нашей планеты лежат на древних и очень стабильных основаниях, так называемых архейских кратонах, которые, в свою очередь, покоятся на мантии, простирающейся до глубины 2900 км. Кратоны стабилизировались примерно 2,5–3 миллиарда лет назад, и это привело к образованию поверхности земной суши. Об этих процессах известно немного, однако некоторые геологи считают, что ключ к их пониманию содержат образцы перидотитовых ксенолитов: мантийных пород, выброшенных на поверхность при извержениях вулканов. Анализ этих древнейших образцов и позволил профессорам Бэлзу Кэмберу из Технологического университета Квинсленда и Эмме

Томлинсон из Тринити-колледжа Дублина по-новому взглянуть на геологические явления в кратонах, а также предложить новую теорию их формирования.

Отправной точкой теории стал факт, общепринятого объяснения которого пока нет: мантийные породы под кратонами содержат намного больше кремнезема (SiO_2), чем более молодая мантия у континентальных окраин и под океанами. Авторы статьи изучили глобальное распределение перидотитов на поверхности планеты и предложили новую термодинамическую модель их обогащения кремнеземом. Согласно ей, в далеком прошлом из мантийных глубин поднимался очень горячий ($>1700^\circ\text{C}$) расплав горных пород. При столь высокой температуре, согласно расчетам авторов идеи, химическое взаимодействие расплава с породами древней мантии обогащает их кремнеземом. Часть этих пород расплав захватывал с собой, поэтому в выброшенных древними извержениями перидотитах содержание кремнезема оказывается повышенным. Одновременно такой богатый кремнеземом расплав омывал основания кратонов, застывал там, и они росли изнутри планеты.

Как хорошо известно из стратиграфии земных пород, 3,8 миллиарда лет назад вулканы действительно начали извергать очень горячие лавы с низкой вязкостью. Авторы статьи считают: эти лавы порождены тем самым очень горячим расплавом, который обеспечивал рост кратонов. Однако из этой же летописи следует, что 2,5 миллиарда лет назад на границе между археем и протерозоем богатые кремнеземом мантийные породы и лавы низкой вязкости перестали образовываться. Пока неясно, почему произошли такие изменения, но теория позволяет по-новому взглянуть на этот важный для истории Земли геологический рубеж.

Ученые предполагают, что причина лежит в смене режимов течения мантии. Если сначала ее эпизодически пронизывали горячие вертикальные потоки лавы, то потом стали циркулировать медленные горизонтальные течения вещества, их называют конвективными, которые сейчас перемещают континенты по земной поверхности. При переходе в режим медленной конвекции, то есть при ослаблении теплообмена мантия – литосфера, могли снизиться характерные для архея средние мантийные температуры, а значит, и локальные температуры мантийных расплавов. Кратоны перестали интенсивно нарастать. (*Nature Communications, 2021, т. 12, с. 1082*)

Сейсмика песен финвалов

Финвалы, вторые по величине киты после синих, весят в среднем полсотни тонн и обладают удлинённым телом в два десятка метров с небольшим спинным плавником. Они менее других истреблены китобоями, поскольку предпочитают жить вдали от берегов. Сегодня в Мировом океане мигрирует примерно сто тысяч финвалов. В группе они обмениваются сигналами на частотах в десятки герц и слышат друг друга на расстояниях в сотни километров. Сила звука песни одного кита сравнима с шумом небольшого корабля.

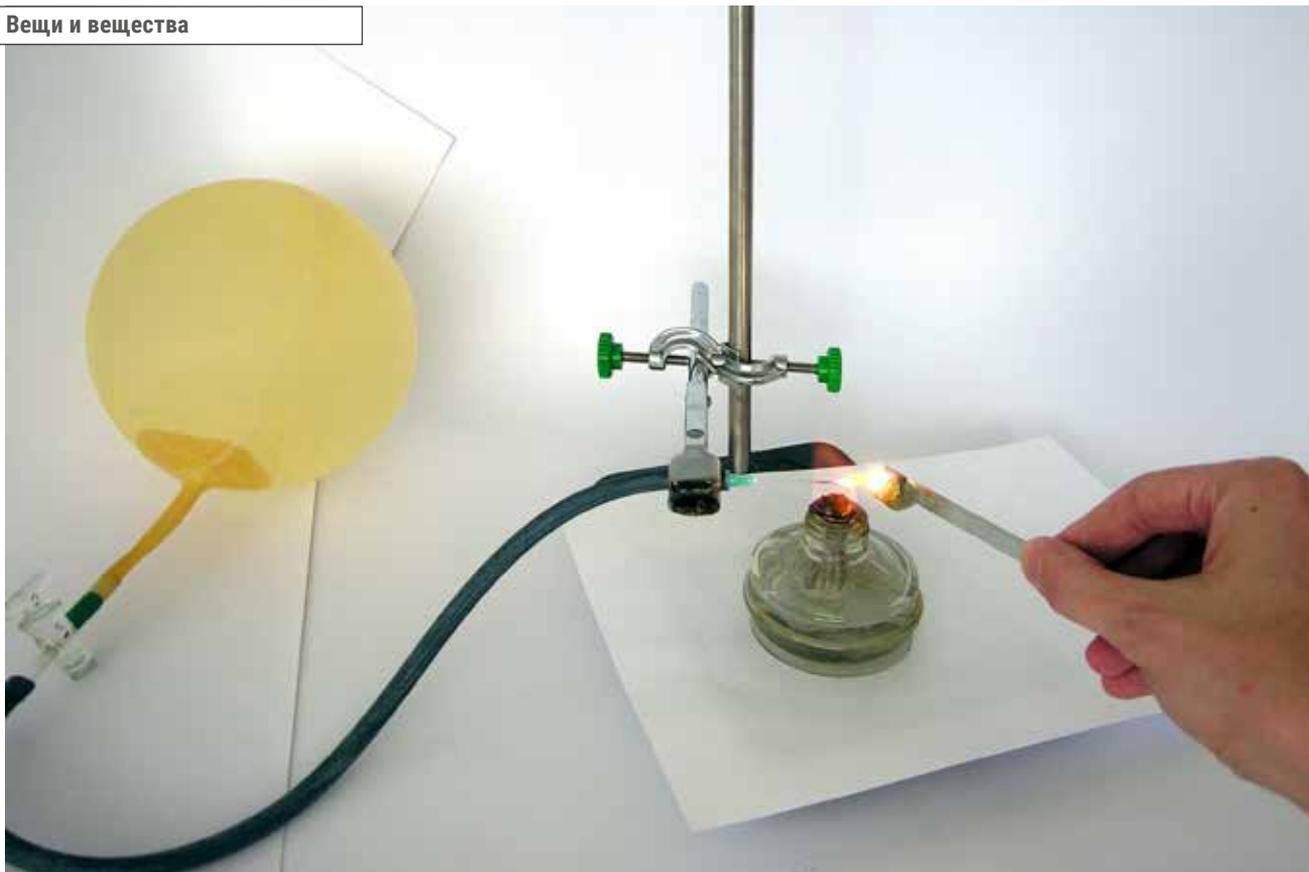
Как оказалось, песни финвалов можно применить для изучения океанической коры Земли. Обычно для этого используют сеть донных сейсмометров и удаленный источник звука, чаще всего это воздушная пушка, установленная на специальном судне, плывущем далеко в океане. Она создает сильный и короткий хлопок, который сквозь толщу воды достигает сейсмометров либо напрямую, либо с отражениями и преломлениями от поверхности и дна океана. Эти

волны и несут информацию о физических параметрах коры.

В 2020 году доктор Вацлав Куна и профессор Джон Набелек из Орегонского университета изучали строение глубинного океанического разлома в ста километрах от тихоокеанского берега США. Нождаданно они наткнулись на странные сигналы десятков своих сейсмометров: секундные звуковые импульсы, разделенные примерно полуминутными интервалами. Расследование показало: это звуки финвалов. Ученые выяснили, что три сейсмометра позволяют точно определить положение кита, а также изучить физические параметры слоеного пирога океанической коры толщиной два с половиной километра. Это число определяют сила звука, издаваемого китом, а также сегодняшние методы выделения сейсмических сигналов на фоне шумов. Точность данных об океанической коре сильно хуже, чем при активном зондировании, поскольку сигнал финвала слабее, чем от пушки. В будущем для повышения точности исследователи надеются использовать методы искусственного интеллекта, эффективность которых для обработки сейсмических сигналов общепризнана.

Авторы работы считают, что пассивное «китовое» зондирование можно применить практически в любой точке Мирового океана, поскольку финвалы есть повсюду. Результаты работы важны не только для геологии океана, но и для зоологии морских млекопитающих, так как дают возможность стандартными сейсмическими методами отслеживать миграцию отдельных китов и их групп. (*Science, т. 371, вып. 6530, с. 731, 2021*)

Выпуск подготовил
Александр Гурьянов



И.Н. Григорьев

Сделай рубин сам

Кислородное пламя

Это не шутка — мы получим искусственный рубин в домашних условиях. А для этого нужно расплавить оксид алюминия с примесью хрома. В нашем опыте получается рубиновый «слиток» — капли диаметром 2–3 мм, состоящие из мелких кристалликов рубина.

Кристаллическое строение можно увидеть в сильную лупу или в микроскоп с боковой подсветкой. Обычно школьные микроскопы используют проходящий свет, в качестве импровизированной боковой подсветки возьмите светодиодный фонарик, желательнее с фокусирующей линзой. Однако получить боль-

шие кристаллики рубина не удастся — мощность нашей простейшей горелки слишком мала.

Если получится достаточно крупный рубиновый слиточек, им можно легко поцарапать стекло, чтобы убедиться в высокой твердости рубина (9 по шкале Мооса). Проще всего взять два куска стекла, положить между ними крупинку слитка и, осторожно нажимая, двигать стекла. Рубин очень красиво светится насыщенно-красным светом в мягком ультрафиолете 365–400 нм (источник — ультрафиолетовый светодиод, светодиодный фонарик для проверки банкнот, люминесцентная лампа ультрафиолетового излучения — лампа Вуда или «blacklight»). Обратите вни-

мание на одно интересное свойство: горячий рубин бесцветен и лишь при охлаждении приобретает красный цвет. Он будет краснеть прямо на наших глазах!

Проблема в том, что оксид алюминия плавится при 2044°C. Есть три доступных способа получить эту температуру: высокотемпературное кислородное пламя, электрическая дуга и реакция с участием термита. Последние два способа сложнее и опаснее. Поэтому используем высокотемпературное пламя, и прибор будет максимально прост — это вариация паяльной трубки. Кислородом наполняем воздушный шарик или резиновую камеру от баскетбольного мяча, к нему присоединяем

кран (лабораторный стеклянный или аквариумный) и на конце гибкой резиновой трубки закрепляем стальную иглу от шприца. Точной регулировки потока газа в нашем случае не требуется, игла сама задает необходимый расход. Поэтому вместо крана можно обойтись зажимом (прищепкой для белья) на резиновой трубке. Кислорода нужно немного: обычно после одного опыта диаметр камеры уменьшается с 15 до 10–11 см. Я наполняю камеру из баллона с кислородом; если же баллона нет, кислород можно получить разложением перекиси водорода.

Вводим иглу в пламя спиртовки или кусочка сухого горючего и плавно открываем кран (или отпускаем зажим). Саму камеру/шар рекомендуют слегка сжимать рукой, чтобы поток кислорода был равномерным. Получается вытянутое узкое пламя. Наибольшая температура — вблизи кончика стальной иглы, примерно в 3–5 мм от нее («синий язычок»). Область наивысшей температуры легко определяется по моментальному ослепительному свечению накаливаемого объекта. **ВНИМАНИЕ!** Смотреть на раскаленные предметы только через темный светофильтр, например, для электросварки.

Если внести в эту область стальную проволоку от скрепки диаметром 1–2 мм, она быстро оплавляется и начинает гореть, разбрасывая искры. **ВНИМАНИЕ!** Защитные очки обязательны! Следует заранее положить на стол кусок жести, старый металлический поднос и т. п. для защиты от возможного падения раскаленных капелек железа и искр!

С нашей высокотемпературной микрогорелкой можно провести опыт разложения кусочка мела. При этом будет наблюдаться ослепительно-белый «друммондов свет» (кандолюминесценция). Полученную известь можно погасить водой и проверить рН-индикатором.

Друммондов свет

История «друммондова света» весьма интересна, поэтому сделаем небольшое историческое отступление. Многие ученые обращали внимание на факт чрезвычайно яркого све-

чения некоторых оксидов в кислородном пламени. В 1826 году Томас Друммонд сконструировал простой и мощный источник света, основанный на этом принципе: цилиндр из извести (оксида кальция) накаливался в кислородно-водородном пламени. Долгое время это был единственный мощный и компактный источник света, лампы накаливания тогда светили слабо. А электрическую дугу получали только в лабораториях, горение ее было неустойчивым, да и сами источники электричества были маломощны и дороги. В основном использовали гальванические элементы, динамомашинка появилась только в 1867 году.

Замечательно яркий «друммондов свет» сразу нашел много применений — в маяках, прожекторах, проекционных и киноаппаратах. В 1837 году друммондов свет появился в театре — с его помощью имитировали солнечный луч, лунную дорожку, свет из окна, эффект ручья, морскую зыбь и т. п. В ослепительном свете «друммондова прожектора» актеры чрезвычайно ярко выделялись на фоне декораций, отбрасывая резкие тени. Этим и объясняется устойчивое английское выражение «to be in the limelight» — «быть в центре внимания».

Осветительный прибор был переносным. Горелку и известковый цилиндр помещали в кожух с линзой, прообраз прожектора. Театральный осветитель крепил его на груди, а два баллона, с водородом и кислородом, — на спине. Работа была опасной и сложной, приходилось перемещаться по галереям и переходным мостикам, одновременно регулируя силу горелки и периодически вращая известковый цилиндр — он испарялся в пламени. Вот что пишет словарь Брокгауза—Ефрона: «Друммондов свет является в высшей степени удобным источником света для фонарей, но требует умелого и осторожного обращения с горелками; при неумелом обращении возможно образование гремучей смеси и взрыв ее».

Упростить друммондов свет удалось российскому военному инженеру и изобретателю Александру Ильичу Шпаковскому. Как военный,

он понимал, что военным необходим мощный и надежный полевой источник света. Друммондов свет был слишком сложен для военного применения, поэтому Шпаковский создает упрощенный друммондов свет. В его системе водород не применялся, а кислород тонкой струей пропускали через пламя простой спиртовой горелки. Свечение получалось не таким ярким, как при использовании водорода, но зато устройство было безопаснее и проще.

Позже электрические источники света быстро вытеснили друммондов свет и его аналоги — калильный свет Ауэра. Однако их потомков можно и сегодня встретить в крупном туристическом или рыболовном магазине. Эти источники света с калильным колпачком из смеси редкоземельных элементов, не содержащей тория, работают на бутановой горелке. О них можно прочесть в статьях И.А. Леенсона «Нефть, уголь, «газовый свет»» (см. «Химию и жизнь», 2011, 3) и «Ауэр фон Вельсбах: редкие земли и яркий свет» (там же, 2013, 10). Нам же пора вернуться к рубинам.

Квасцы, паста ГОИ и рубины

Посмотрим, из чего может состоять шихта, то есть смесь для плавки, и заодно расскажем, как впервые был получен искусственный рубин. В книге Денниса Элзуэлла «Искусственные драгоценные камни» читаем: «В 1837 году французский химик Марк Годен, сплавив две соли — квасцы (сульфат калия и алюминия) и хромат калия, получил кристаллы рубина весом примерно в 1 карат (0,2 г)». В книге П.Н. Чирвинского «Избранные труды. Искусственное получение минералов в XIX столетии» есть описание экспериментов Марка Годена: «Корунд в кристаллах до 1 мм в поперечнике и 1/3 мм в толщину удавалось получать при накаливании смеси калиевых квасцов с сернокалиевой солью (сульфат алюминия) и сажей. Накалывание производилось в течение нескольких часов в сравнительно небольшом горне. Корунд также по-

лучается, если накалить Al_2O_3 с K_2S . Очертания кристаллов под микроскопом вполне резкие; особенно заметен базис в виде равносторонних треугольников».

В 1869 году Годен сообщил Французской академии наук, что расплавленный в гремучем газе (смеси водорода с кислородом) глинозем (оксид алюминия) стягивается в шарик, а на его поверхности появляются фасетки — следы кристаллического сложения. Твердость этого шарика равняется твердости корунда. Шарик можно окрасить в цвет рубина.

В книге Н.Н. Любавина «Техническая химия» (том 2, «Легкие металлы»), изданной в 1899 году, читаем следующее: «Эбельмен получил кристаллический глинозем, нагревая в фарфорообжигательной печи смесь аморфного глинозема с бурой; буро улетучивается, и остаются кристаллы Al_2O_3 . Если прибавить немного окиси хрома, то получаются кристаллы рубина». Чирвинский указывает, что наилучшие результаты давала «смесь из 1 весовой части сплавленной буры и 1 ч. оксида алюминия. Рубиновая окраска достигалась прибавкой Cr_2O_3 ». Точное количество оксида хрома он не указывает. Эдмон Фреми с сотрудниками в 1891 году использовали соотношение 3—4 вес. ч. дихромата калия на 10 вес. ч. оксида алюминия.

Смесь, которую мы будем использовать, не должна рассыпаться при прокаливании, она должна сохранять прочность и давать при разложении оксид алюминия с примесью хрома, но без примеси железа. опыты легко удаются без точной дозировки компонентов, поэтому можно обойтись без взвешивания. Меняя содержание хрома в смеси, можно получить широкую гамму цветов рубина — от бесцветного до черно-красного. Какую смесь мы бы ни использовали, целевой результат одинаков — в месте контакта смеси с областью наивысшей температуры получается небольшая капелька (2—3 мм диаметром) красного цвета (оттенок и насыщенность цвета могут варьировать). Она состоит из мельчайших кристалликов рубина.

Проще всего использовать готовые алюмокалиевые квасцы

по способу Годена. Квасцы есть в школьной лаборатории, их используют для опытов по выращиванию кристаллов, также они входят в состав косметических средств (растворов, спреев). В крайнем случае, можно выпарить такой раствор. В качестве источника хрома подходят дихромат калия или оксид хрома. Дихромат калия не используется в быту, однако может быть в школьной лаборатории, зато доступен оксид хрома Cr_2O_3 . Это кристаллическое вещество зеленого цвета с твердостью, близкой к корунду, — основной компонент полировочной пасты ГОИ. Чтобы извлечь его из пасты, положим небольшой кусочек пасты (размером с фасоль) на толстую алюминиевую фольгу или алюминиевую ложку и прокалим на плитке или пламени. Железные поверхности использовать не рекомендуется, поскольку можно загрязнить получаемое вещество железом, которое испортит цвет рубинов, и они будут плохо светиться в ультрафиолете. При нагреве паста ГОИ вспыхивает, связующие компоненты выгорают, получается зеленый порошок оксида хрома.

Если алюмокалиевых квасцов нет, то можно приготовить сульфат алюминия. Учитель химии без труда его синтезирует, он же поможет в подборе примеси хрома и консультациях. Сульфат алюминия при выпаривании дает сиропообразную вязкую массу, которая достаточно прочна для наших целей. Она подобно сахарному сиропу дает нити, которые при охлаждении застывают. Заранее добавив в раствор сульфата алюминия источник хрома (удобнее взять дихромат калия), можно внести такую нить или застывший кусочек в высокотемпературное пламя.

Если есть готовый оксид алюминия, его тоже можно использовать в смеси с бурой или борной кислотой (как связующее) и добавкой источника хрома для окраски. Смесь растираем в ступке, помещаем на алюминиевую поверхность и осторожно прокаливаем на плитке или пламени, пока не перестанет выделяться вода. Получается хрупкая пористая масса.

Эти эксперименты может использовать учитель химии — орга-

низовать школьный научный проект, сделать внеклассное мероприятие, открытый урок и т. п. Можно не сомневаться в интересе учеников и ярких впечатлениях всех участников. Если не хочется возиться с подбором количеств реагентов, то вот два примера.

Нам потребуется 2,0 г алюмокалиевых квасцов. Если нет весов, можно использовать медицинский шприц в качестве мерного цилиндра: насыпьте в цилиндр порошок алюминиевых квасцов и просто отмерьте 2 мл. Оксида хрома нам потребуется 0,2 г — кучка размером с фасоль. После спекания смеси этих двух веществ на фольге получится хрупкая зеленая масса, легко разламываемая на кусочки. Кусочек смеси помещаем на шпатель из жести и вносим в кислородное пламя. Стараясь держать смесь в области наибольшей температуры. После прокалывания получаем спекшийся кусок с мелкими рубиновыми капельками размером 2 мм. Другой вариант смеси — 3,0 г алюмокалиевых квасцов и 0,15 г дихромата калия.

Не думаю, что читателям «Химии и жизни» надо напоминать о технике безопасности. И все же напомним. Все эксперименты желательнее проводить в школьной лаборатории вместе с учителем, если речь идет о школьниках, или на открытом воздухе в защитных очках и перчатках. Для защиты от возможных искр и капелек металла на стол необходимо положить лист жести или, в крайнем случае, старый металлический поднос, кусок стеклоткани и т. п. Накаливаемые объекты в кислородном пламени дают точечный источник ослепительно яркого света. Смотреть на него можно только через светофильтр, например, для электро-сварки.



Портреты

С.В. Багоцкий

Красная книга кибернетика Китова

Девятого августа 2020 года исполняется 100 лет со дня рождения Анатолия Ивановича Китова (1920–2005), одного из создателей отечественной вычислительной техники, мечтавшего о российской компьютерной сети, автора глубоких идей в области управления советской экономикой. Научной общественности он известен как полковник Китов. Или просто Полковник.

Математик на фронте

Анатолий Китов родился в Самаре. Его отец — бывший белый офицер, осознавший бесперспективность борьбы с советской властью и ставший мирным бухгалтером. В 1921 году семья Китовых переехала в Ташкент.

Уже в школе Анатолий увлекался математикой и физикой, неоднократно побеждал в школьных олимпиадах, появившихся в 1930 годах. Но его интересы не ограничивались наукой. Он увлекался авиамоделизмом, занимался разными видами спорта и даже стал чемпионом Ташкента по гимнастике. После окончания

школы поступил на физико-математический факультет Среднеазиатского университета, однако скоро был призван в армию.

Отец Анатолия, Иван Степанович, обратился к наркому обороны Клименту Ефремовичу Ворошилову с просьбой направить сына в такие войска, где его способности к точным наукам были бы востребованы. Ворошилов уважил просьбу: Анатолий Китов был зачислен на учебу в Ленинградское артиллерийское училище. В конце июня 1941 года его досрочно выпустили из училища, присвоив звание младшего лейтенанта, и направили на Южный фронт в войска ПВО. Сначала Китов был командиром прожекторного взвода, а потом, самостоятельно освоив матчасть, стал командиром зенитной батареи. Даже на фронте он не оставлял занятия математикой: в 1943 году на основе математической модели предложил новый способ организации зенитного огня. Он дважды был тяжело ранен и закончил войну в Германии в звании старшего лейтенанта.

В 1945 году Анатолий Китов поступил на только что созданный факультет реактивного вооружения Артиллерийской академии имени Ф.Э. Дзержинского, который окончил с отличием. Одновременно он посещал лекции и семинар Андрея Николаевича Колмогорова (1903–1987) на механико-математическом факультете МГУ. После окончания академии талантливый выпускник стал референтом Главного маршала артиллерии Николая Николаевича Воронова (1899–1968). В 1952 году он защитил кандидатскую диссертацию по управлению полетом ракет и сам начал читать лекции по вычислительной технике и программированию в Артиллерийской академии.

В 1947 году на офицерском балу в академии Китов познакомился с девушкой Галей и через несколько дней сделал ей предложение. Они прожили в любви и согласии более 50 лет. Анатолий Китов пережил свою жену всего на несколько месяцев.

Лженаука ли кибернетика?

После войны в СССР начала активно развиваться вычислительная техника. В 1945 году С.А. Лебедев создал первую аналоговую ЭВМ, в 1948 году И.С. Брук и Б.И. Рамеев разработали проект цифровой ЭВМ, который был реализован в 1951 году. Двадцать девятого июня 1948 года было принято Постановление Совета министров СССР о создании Института точной механики и вычислительной техники АН СССР. Директором Института назначили генерал-лейтенанта инженерно-технической службы Н.Г. Бруевича. Однако он был сторонником развития аналоговых, а не цифровых ЭВМ. В 1950 году его сменил академик М.А. Лаврентьев, ориентирующийся на создание цифровых компьютеров, и уже в 1952 году появилась Большая электронно-счетная машина БЭСМ-1.



▲ Анатолий с отцом (Ташкент, 1938 г.). Иван Степанович Китов добился приема у самого Ворошилова и убедил его, что Анатолий, одаренный математик, не должен служить рядовым: ему нужно и в армии продолжать учиться

▼ Курсант артиллерийского училища Анатолий Китов (1940 г.)



► *Норберт Винер (1894–1964), автор одной из самых влиятельных книг XX века — «Кибернетика, или управление и связь в животном и машине»*

▼ *Академик АН СССР Аксель Иванович Берг — лидер советской кибернетики (1963 г.)*

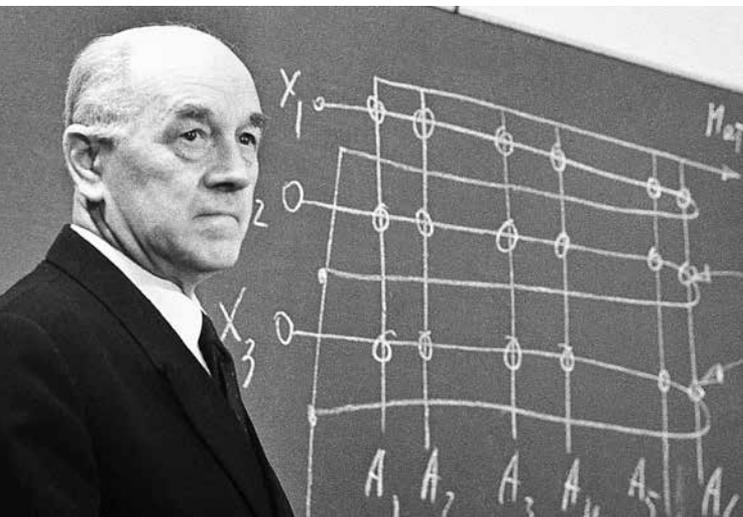
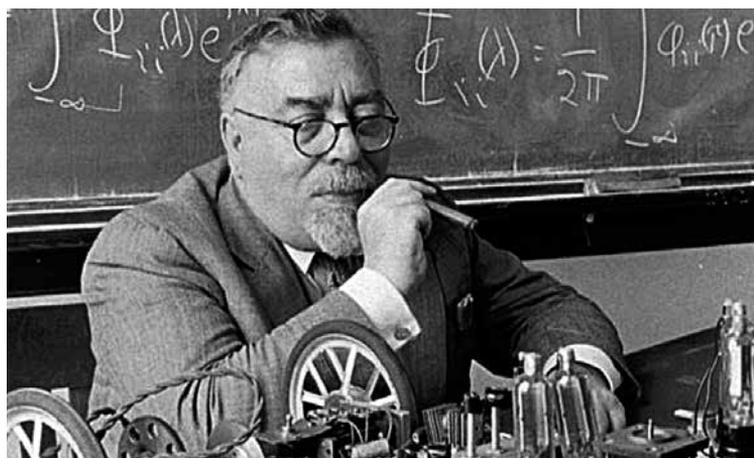


Фото: Эммануил Евверихин/ТАСС



В то же время некоторые стороны развития вычислительной техники вызвали в СССР настороженность, которая усилилась после появления в 1948 году книги Норберта Винера «Кибернетика». В этой книге Винер попытался с единых позиций рассмотреть процессы управления в системах самой разной природы. Пятого апреля 1952 года «Литературная газета» опубликовала статью психолога и философа М.Г. Ярошевского «Кибернетика — наука мракобесов». Антикибернетическая статья философа Б.Э. Быховского появилась в этом же году в № 7 журнала «Природа». Вершиной борьбы с кибернетикой стали анонимная статья «Кому служит кибернетика?» в журнале «Вопросы философии», 1953, № 5, опубликованная под псевдонимом Материалист, и опять-таки анонимная статья про кибернетику в «Кратком философском словаре», вышедшем в 1954 году.

«По мнению Винера, деятельность вычислительных машин даст ключ к познанию самых разнообразных природных и общественных явлений. Эта в корне порочная идея послужила Винеру основанием для создания новой «науки» — кибернетики, — разъяснял Материалист. — (...) Десятки книг, сотни журнальных и газетных статей распространяют ложные представления о «новой науке». Начиная с 1944 года в Нью-Йорке ежегодно происходят конференции кибернетиков, в которых активно участвуют научные работники самых различных специальностей. Конференции кибернетиков состоялись также во Франции и Англии. Даже в Индию американские экспортеры завезли этот гнилой идеологический товар.

Апологеты кибернетики считают, что область ее применения безгранична. Они утверждают, что кибер-

нетика имеет большое значение не только для решения вопросов, относящихся к телемеханике, саморегулирующимся приспособлениям, реактивным механизмам и сервомеханизмам, но даже к таким областям знания, как биология, физиология, психология и психопатология. Энтузиасты кибернетики допускают, что социология и политэкономия также должны использовать ее теорию и методы. (...)

Проводя аналогию между работой сложных вычислительных агрегатов, содержащих до 23 тысяч радиоламп, автоматически переключающихся, кибернетики утверждают, что разница между работой такой «умной» машины и человеческим мозгом только количественная. (...) Существенно в этих высказываниях не то, что в них отмечается разница между количеством «реагирующих клеток», а в том, что в них игнорируется качественная разница между живым организмом и машиной».

По мнению автора статьи, когда французские материалисты XVIII века сравнивали мозг с машиной, это было прогрессивно, поскольку развенчивало религиозные представления о «жизненной силе» или «душе». А вот кибернетика — это регресс и лженаука, поскольку она стремится принизить рабочего человека и заменить его машиной, и к тому же обслуживает военную промышленность. Идеологические догмы волнуют Материалиста гораздо больше, чем сходство и различие компьютера и мозга. И хотя он ссылается на учение Павлова о рефлексах, остается неясным, каким образом это учение доказывает неправоту кибернетики.

Валерий Шилов, автор известных работ по истории вычислительной техники, отмечает странности этой «превентивной» кампании против науки, которой, по сути, в СССР еще не было. «Кто был координатором, от кого исходил заказ и в какой форме он был сделан — утверждать достоверно невозможно. Но, скорее всего, он исходил не с самого партийного Олимпа, то бишь из ЦК, а из идеологических кругов, более приближенных к земле...» (Валерий Шилов. «Ветры кибернетики: от шторма к штилю». D-russia.ru, 18.01.2016). Тем не

менее кампания была тщательно срежиссирована; «инициативы снизу» явно согласовывались с вышестоящими инстанциями. Сектор по критике современной буржуазной философии Института философии АН СССР еще в конце 1953 года заявлял, что критика кибернетики — одна из самых актуальных задач.

Развитие вычислительной техники в СССР это не затормозило и не могло затормозить, как и создание автоматических управляющих устройств. Безопасность страны и военная техника были в СССР важнейшим приоритетом. Не рекомендовалось лишь произносить слово «кибернетика» в общественном месте.

Впрочем, к кибернетике скептически относились и многие математики. Позже в их среде появилась шутка: «Кибернетика — это не буржуазная, не лже- и не наука». До определенного момента скептически относился к кибернетике и А.Н. Колмогоров. Однако в 1957 году он публично признался, что был неправ.

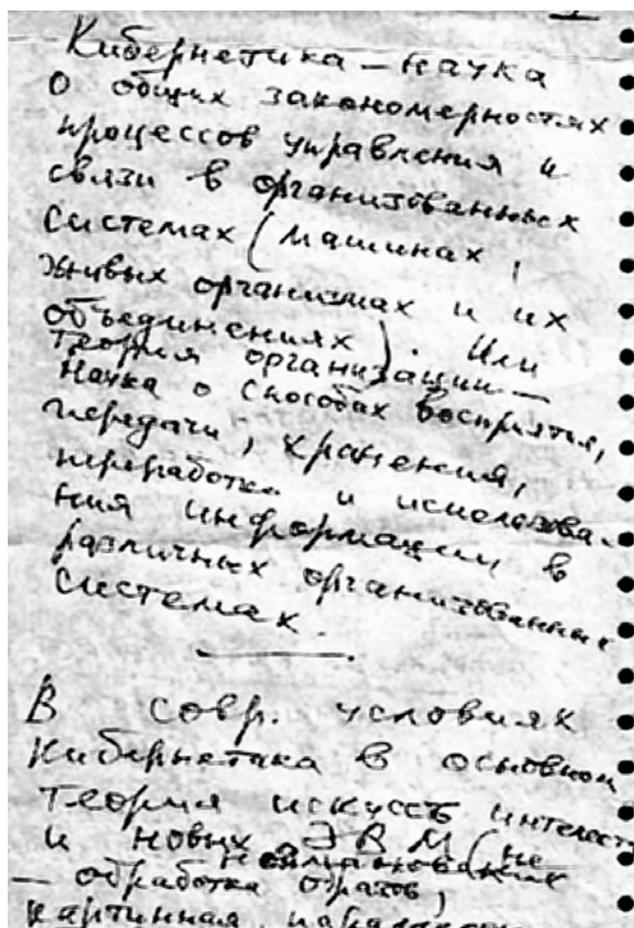
Электронные цифровые машины

В сентябре 1953 года на пост заместителя министра обороны СССР назначается адмирал и академик АН СССР Аксель Иванович Берг (1893–1979), выдающийся исследователь в области радиотехники и радиолокации. По его инициативе в Министерстве обороны СССР создается Вычислительный центр (в/ч 01168), начальником которого назначают А.И. Китова. Анатолий Иванович привлек к работе в Вычислительном центре крупных математиков — Л.А. Люстерника, А.А. Ляпунова, Л.И. Гутенмахера.

Одним из главных направлений деятельности Анатолия Китова в середине 1950-х годов стала борьба за изменение отношения к кибернетике. Анатолий Иванович выступает в ее защиту перед самыми разными аудиториями и готовит статью «Основные черты кибернетики». Эту статью дополняют своими соображениями выдающиеся математики Сергей Львович Соболев (1908–1989) и Алексей Андреевич Ляпунов (1911–1973). Статья, подписанная тремя авторами, публикуется в № 4 журнала «Вопросы философии» за 1955 год.

Интересно, что в этом же номере «Вопросов философии» опубликована еще одна статья в защиту кибернетики. Ее автором был Эрнест Яромирович Кольман (1892–1979), философ, который в 1930-х годах прославился своей борьбой против идеализма в физике и математике, заработав репутацию одиозной личности. В своих мемуарах он, по мнению комментаторов, несколько преувеличивает собственную роль в реабилитации кибернетики. Однако его выступление в 1955 году было, несомненно, полезным. После выхода журнала в свет нападки на кибернетику в СССР прекратились.

В 1956 году в издательстве «Советское радио» выходит книга Китова «Электронные цифровые машины», а также «Элементы программирования», написанная в соавторстве с Н.А. Криницким и П.Н. Комоловым. Спустя три года, в 1959-м, опубликована фундаментальная книга «Электронные цифровые машины и программирование»



▲ *Наброски Анатолия Китова к статье в защиту кибернетики. «В современных условиях кибернетика в основном теория искусственного интеллекта и новых ЭВМ (не неймановских) — обработка образов, картинная параллельная обработка...»*

А.И. Китова и Н.А. Криницкого, ставшая главным вузовским учебником в этой области.

Под руководством Китова в 1958 году была разработана самая мощная в мире на тот момент ламповая ЭВМ М-100 (сто тысяч операций в секунду).

В 1958 году в издательстве «Знание» выходит научно-популярная книга А.И. Китова «Электронные вычислительные машины». В ней Китов впервые высказывает идею об объединении всех вычислительных машин страны в сеть. Подобную сеть мы сейчас называем Интернетом.

Исключение из партии

В 1957–1958 годах у советской кибернетики появился сильный и влиятельный лидер. Им стал академик АН СССР Аксель Иванович Берг. Покинув после инфаркта пост заместителя министра обороны, он сконцентрировал свои силы на научной и научно-организационной деятельности. В 1957 году создается Вычислительный центр АН СССР, в 1958 году — Институт электронных управляющих машин.



Фото: Морковкин Анатолий/Фотохроника ТАСС

▲ *Генеральный конструктор Геннадий Рябов и первый заместитель главного конструктора Александр Бяков около модульного конвейерного процессора суперЭВМ «Эльбрус-3-1». Его производительность — свыше миллиарда операций в секунду (1993 г.)*

С 1958 года начинает регулярно выходить периодический сборник научных статей «Проблемы кибернетики» (в научных кругах его фамильярно называли ПробКи). В 1959 году в Академии наук СССР организован Научный совет по проблемам кибернетики во главе с А.И. Бергом. Отныне кибернетика — уважаемое и серьезное дело.

Одним из ближайших соратников Берга становится руководитель Вычислительного центра Министерства обороны полковник Китов. Во многих отношениях он был настроен куда более радикально, чем сам Берг.

В январе 1959 года Китов пишет письмо Никите Сергеевичу Хрущеву о развитии вычислительной техники в СССР. Для рассмотрения его предложений создается комиссия во главе с Бергом, которая одобрила большинство предложений. Вскоре было принято Постановление ЦК КПСС и Совета министров СССР «Об ускорении и расширении производства вычислительных машин и их внедрении в народное хозяйство». Однако главную идею, содержащуюся в письме Китова, о перестройке управления советской экономикой на основе создания Единой государственной сети вычислительных центров (ЕГСВЦ) руководство страны сочло несвоевременной.

Осенью 1959 года Китов пишет второе письмо Хрущеву, в котором предлагает создать Единую автоматизированную систему управления для вооруженных сил и для народного хозяйства страны на базе сети вычис-

лительных центров Министерства обороны СССР. «Мы должны обогнать США, не догоняя их!» — писал Китов. В письме содержались достаточно радикальные предложения по коренной перестройке системы управления как в Министерстве обороны, так и в высших эшелонах власти СССР. Детали были изложены в двухсотстраничном проекте, известном под названием «Красная книга».

А.И. Китов резко критиковал Минобороны за недооценку вычислительной техники и недостаточное внимание к ее развитию. Эта критика вызвала конфликт между ним и высокопоставленными руководителями министерства, в результате Китова сняли с занимаемой должности, отправили в отставку и исключили из КПСС.

После увольнения из Министерства обороны А.И. Китов работает в отраслевом НИИ, затем возглавляет Вычислительный центр Министерства радиопромышленности СССР, а с 1980 года занимает должность завкафедрой вычислительной техники в Московском институте народного хозяйства имени Г.В. Плеханова.

Служебные неприятности не сломили боевой дух полковника в отставке. В начале 1960-х годов он создает метод ассоциативного программирования, позволяющий обрабатывать большие массивы информации. Затем разрабатывает язык программирования АЛГЭМ, удобный для обработки народно-хозяйственной информации. Попутно защищает докторскую диссертацию «Применение ЭВМ для решения задач противовоздушной обороны».

Автоматизированное управление

После увольнения А.И. Китова из Министерства обороны его влияние в государственных сферах ослабло. Оставаясь главным идеологом компьютеризации на-

родного хозяйства СССР, Китов уступает лидерство в борьбе за эту компьютеризацию математику из Киева Виктору Михайловичу Глушкову (1923–1982). В отличие от бескомпромиссного и напористого Китова, Глушков умел находить общий язык с начальством. В 1962 году ему удалось заручиться поддержкой первого заместителя Председателя Совета министров СССР Алексея Николаевича Косыгина, после чего в стране началась активная разработка автоматических систем управления (АСУ).

В том же 1964 году В.М. Глушков представил руководству концепцию ОГАС (Общегосударственная автоматизированная система учета и обработки информации — идея, сходная с ЕГСВЦ). Глушков предложил создать трехуровневую сеть с компьютерным центром в Москве, до 200 центров среднего уровня в крупных городах и до 20 000 локальных терминалов в экономически значимых местах, которые обмениваются информацией в реальном времени с использованием уже существующей телефонной сети. Структура позволяет любому терминалу взаимодействовать с любым другим.

Проект создания ОГАС был длительным и дорогостоящим. Затраты на его реализацию оценивались в 20 млрд рублей, сроки реализации — более 10 лет. По масштабам сравнимо с атомной и космической программами! Очевидно, что у ОГАС было немало оппонентов. Против проекта выступили Центральное статистическое управление, ряд руководящих работников Госплана, Министерство финансов СССР.

Во второй половине 1960-х годов в стране начали появляться локальные системы автоматизированного управления. Они создавались на предприятиях, затем — в некоторых отраслях (в основном военно-промышленных), предпринимались попытки создать АСУ на региональном уровне. Но велась эта работа хаотично и слабо согласованно. Единая ОГАС так и не была создана.

В середине 1960-х годов идея единой сети, связывающей между собой большое число компьютеров, появилась и начала реализовываться в Соединенных Штатах Америки. В дальнейшем из этого выросла система Интернет.

«Копирующий всегда будет оставаться позади»

В конце 1960-х годов А.И. Китов принял активное участие еще в одной острой схватке вокруг развития вычислительной техники в нашей стране. В 1950—1960-х годах в СССР было независимо разработано несколько разных конструкций ЭВМ. Их выпускали в небольших количествах, и они были плохо совместимы друг с другом. Назрела необходимость в стандартизации вычислительной техники, без этого был невозможен массовый выпуск. Министерство радиопромышленности СССР предложило взять за основу развития советской вычислительной техники американскую конструкцию IBM System/360, а оригинальные советские разработки заморозить.

Это решение давало немалый положительный эффект на коротких промежутках времени, но ставило советскую вычислительную технику в положение «вечно догоняющий». Тактический выигрыш оплачивался стратегическим проигрышем в долгосрочной перспективе. Мнения специалистов разделились. Администраторы, стремящиеся получить быстрый эффект, поддержали идею копирования западных образцов. К сожалению, их поддержал и президент АН СССР Мстислав Всеволодович Келдыш (1911–1978). Однако большинство конструкторов ЭВМ было против.

Одним из наиболее жестких противников копирования зарубежных образцов стал Анатолий Иванович Китов. На совещаниях самого разного уровня он доказывал, что «копирующий всегда будет идти следом, то есть оставаться позади» и что «копирование американских ЭВМ приведет лишь к разрушению сложившихся в СССР к тому моменту научных школ и коллективов разработчиков ЭВМ и программного обеспечения».

Сторонники ориентации на отечественные разработки проиграли битву. Было решено ориентироваться на зарубежные образцы. Единственное, чего добились противники копирования западной техники, — решения продолжить работы по созданию отечественных суперЭВМ. Результатом стало создание советских суперкомпьютеров серии «Эльбрус», разработанных в Институте точной механики и вычислительной техники в 1970—1980-х годах под руководством В.С. Бурцева и Б.А. Бабаяна.

С начала 1970-х годов А.И. Китов занимается вопросами использования вычислительной техники в медицине и созданием методов обработки медицинской информации.

Несмотря на выдающиеся заслуги в области развития вычислительной техники и программирования, Анатолий Иванович не стал не только академиком, но даже и членом-корреспондентом АН СССР. И генералом тоже не стал. Наверное, потому, что не слишком к этому стремился.

В 1985 году А.И. Китов предпринял попытку возобновить проект общегосударственной информационной сети, написав письмо на имя Михаила Сергеевича Горбачева. В ответе говорилось, что «у Политбюро ЦК КПСС есть другие функции, а не занятие автоматизацией управления народным хозяйством». А после 1991 года произошел окончательный крах конструирования и производства отечественной вычислительной техники.

Анатолий Китов умер в Москве 14 октября 2005 года. Сегодня его именем названа ежегодная конференция «Информационные технологии и математические методы в экономике и управлении», которая проводится с 2010 года в РЭУ им. Г.В. Плеханова. В ней участвуют известные ученые, эксперты, предприниматели многих стран мира. А наиболее отличившиеся студенты факультета информатики получают стипендию имени Анатолия Ивановича Китова.



Проблемы и методы науки

Кандидат биологических наук

Н.Л. Резник

Кошачьи потехи

Хроническая скука — опасное состояние, пагубное для нервной системы, поведения и мышления. Скучают не только люди, и поэтому горожанин, взявший на себя заботу о коте, обязан обеспечить животному полноценный досуг

У окна

Коты дрыхнут по 16 часов в сутки. Если они спят дольше, а в редкие часы бодрствования беспокойны, агрессивны и явно ищут новых ощущений, это несомненные признаки скуки. Чем развлечь кота, заточенного в городской квартире? Простейшее решение кажется очевидным: кто не может выйти из дома, пусть смотрит в окно. Таким занятием и люди не брезгают.

Несколько лет назад американский специалист по поведению животных Мелисса Шиян-Норвалт расспросила 295 владельцев 577 котов, живущих в четырех стенах, часто ли они (коты) смотрят в окно и как вообще развлекаются. Участники опроса большую часть дня проводили дома и знали, чем заняты их питомцы. Если люди не ошибаются, 16% животных вообще в окна не глядят, остальные посвящают этому занятию от 20 минут до нескольких часов в день. Рекордсмен провел у окна 11 часов, недоспал, наверное. Средний результат — пять часов в сутки — оказался меньше, чем ожидала исследовательница.

◀ *Кошачья удочка — одна из любимых кошачьих игрушек. Присутствие второго игрока побуждает действовать быстрее*

Чаще всего кошек привлекают законные птицы, белки, листва, другие кошки, люди, транспорт, насекомые. Наблюдают они также дождь, снег, ветер, соседние дома, солнце или, за неимением другого зрелища, просто глядят в пространство. Количество кошек в доме не влияет на время, которое они проводят у окна. Если животных несколько, кто-то смотрит больше, кто-то меньше. Некоторым кошкам нравится нежиться и дремать на солнышке, но, возможно, им важен не солнечный свет, а тепло.

Хозяева сообщают, что их кошки любят спать на чем-нибудь теплом: компьютере, тостере, нагревателе. Они также не прочь посмотреть телевизор, полюбоваться рыбками в аквариуме или птичками в клетке. О таких развлечениях сообщило около 3% опрошенных, но эта цифра мало о чем говорит: то ли остальных котиков телевизор не интересует, то ли им его не включают, или в доме нет аквариума. Коты могут поиграть с собакой или другим котом, забраться в сумку или коробку (там коты спят, играют, сидят в засаде), поточить когти, полазить по специальным столбикам, попрыгать по шкапам, побегать до дому, понюхать кошачью мяту. Кошки охотно присутствуют при готовке, при случае воруют еду, жуют траву или бумагу, отстаивают занятое ими место: стул, раскрытую книгу или закрытый ноутбук.

Более 47% владельцев сообщили, что их кошки благосклонно принимают ласку и расчесывание и с удовольствием сидят рядом с хозяином. Многие коты любят, когда хозяин с ними играет, но чаще играют самостоятельно. В ход идут и специальные игрушки, и предметы, для этого не предназначенные: бутылочные крышки, губки, резинки для волос, упаковки, носки и другие предметы туалета, беруши, щетки, слинки (шагающая игрушка-пружина), бегущая из крана или налитая в миску вода. И опять-таки непонятно, то ли коты предпочитают играть сами с собой, то ли хозяева играют с ними реже, чем следовало бы, и животное вынуждено развлекаться в одиночестве.

Такая неточность — издержки метода. Опрос владельцев тем хорош, что позволяет охватить большую выборку. Увы, достоверность полученных при опросе сведений невелика. Например, 1,4% участников отметили, что их коты в течение дня едят и пьют. Почему эти люди сочли кошачью трапезу развлечением, непонятно. Возможно, они просто перечислили все занятия своей кошки, не отличая забаву от насущной потребности.

Более точная информация, добытая профессионалами, которые, не полагаясь на опросы, наблюдают за кошками лично, но при этом страдает размер выборки. Американские исследователи под руководством доцен-

▼ *Если рядом нет сверстников, котенок играет со взрослыми*





та Университета штата Орегон Моник Уделл предложили 25 домашним и 25 приютским кошкам три игрушки: неподвижную пушистую игрушечную мышь; игрушку из перьев, приводимую в движение невидимым для кошки экспериментатором; кошачью удочку, которую держит человек. Кошачья удочка — это палочка с подвешенным к ней клочком меха или пучком перьев. Большинство кошек выбрали именно человека с удочкой, игра с ним оказалась даже привлекательнее кусочка тунца, а кошкам тунец очень нравится, это экспериментаторы проверили.

Отсюда, разумеется, не следует, что котов можно не кормить. Вывод совсем другой: кошки вовсе не надменные одиночки, и общение с человеком существенно украшает их жизнь. Люди, в свою очередь, не прочь поиграть с котами, однако нередко жалуются на их агрессивное поведение во время игры. Возможно, агрессию вызывают как раз скука и нехватка общения, и регулярные развлечения смягчат кошачий нрав. Ведь кошки так любят играть.

Жизнь — игра

Хотя игра для котов значит очень много, она на удивление плохо изучена, при том что интерес к кошкам велик и объект исследования доступен. Сотрудница

▲ *Котятa лицом к лицу — типичная игровая поза*

Калифорнийского университета Микель Дельгадо и ее аспирантка Джули Хехт проанализировали имеющуюся литературу о кошачьих играх за 1973—2018 годы и насчитали всего 46 англоязычных публикаций в рецензируемых изданиях.

Даже определить предмет исследования оказалось непросто. Можно сказать, что игра — добровольное занятие, не приносящее немедленной выгоды. Она отличается от других форм поведения и регулярно повторяется. В состоянии стресса животные не играют («Химия и жизнь», 2015, 2).

Играя, животное учится жить по-настоящему, а всякая учеба требует системы и постепенности. Кошачьи игры подразделяют на социальные (с собратьями по виду), двигательные, охотничьи (с живой или мертвой добычей) или игры с неодушевленным объектом. Играя кошки, оттачивают движения, учатся взаимодействовать с другими животными и тренируют когнитивные способности. Игра может быть показателем положительных эмоций и хорошего настроения. Впрочем, одной функции у нее нет и быть не может, поэтому игры разнообразны.

Как предметы в настоящей школе, игры сменяют друг друга в определенном порядке, каждой потехе —

свой возраст. Двух-трехнедельные котята возятся друг с другом или с матерью, прыгают вверх и в сторону, играют в догонялки, подставляют живот, становятся лицом к лицу с другим котенком. Апогея эти игры достигают между девятью и четырнадцатью неделями.

С возрастом, когда двигательные навыки котят совершенствуются, они начинают осваивать борьбу: удерживают партнера передними лапами и поддают задними, перекачивают, преследуют. При этом рот котенка полуоткрыт — он делает «игровое лицо», позволяющее отличить шуточную потасовку от настоящей агрессии. Эти сражения очень важны для подрастающего зверя; если у него нет братьев и сестер, он тербит маму или других взрослых, однако кошки таких игр избегают. Очевидно, они слишком утомительны.

Иногда котята просто лазают, скачут и бегают, исследуя окружающий мир и собирая сведения, которые пригодятся при других играх и на охоте.

С четырех недель, когда начинаются игры с предметами, мать приносит малышам живую добычу, а они смотрят и учатся. Чем старше становятся котята, тем чаще, изощреннее и правдоподобнее они играют в охоту, обращаясь с неодушевленным объектом как с добычей. Хотя это одиночная игра, социальные факторы влияют и на нее. Присутствие братьев и сестер побуждает котенка не медлить и хватать игрушку, пока ей не завладели другие. Очень полезный навык, который в будущем поможет не упустить настоящую жертву.

Недель с шести котята уже обращаются с игрушками, как обходились бы с добычей: хватают лапами, удерживают, подбрасывают, кусают, придушивают. Однако с 21-й недели забавы с маленькими неодушевленными предметами постепенно наскучивают. С возрастом кошки вообще становятся менее игривы, а домашние коты, имевшие возможность охотиться, достигнув зрелости, приносят в дом добычу реже, чем в молодости. К сожалению, об играх взрослых кошек почти ничего не известно, потому что игровое поведение котят старше шести месяцев не исследовали. Тем не менее мы точно знаем, что взрослые коты играют с человеком, друг с другом, с собаками и другими животными и с предметами.

Иллюзия охоты

Джон Брэдшоу, директор Института антрозоологии в Бристольском университете, много лет наблюдал за кошками, в том числе изучал их игры. Он полагает, что, когда кошка играет, она на самом деле охотится. Что бы ни привлекло ее внимание — покупная игрушка, развевающийся на ветру лист или пальцы ног хозяина, — она играет с предметом как с потенциальной добычей. Поэтому коту лучше всего подойдет игрушка, максимально напоминающая жертву. Хорошо, если она покрыта мехом или перьями («лапы» приветствуются) и подвижна. Котам очень нравится, когда игрушка беспорядочно движется, как кошачья удочка в человеческих руках, или «убегает» — ее непременно будут преследовать. С прикрепленными к

проволоке перьями кот будет играть охотнее, чем с самой распохожей, но неподвижной мышью. Игрушками больше интересуются коты, не имеющие опыта обращения с живой добычей.

Размер также имеет значение. Брэдшоу и его сотрудники предложили девяти игривым котам и кошкам пяти-шести лет два белых меховых «яйца»: маленькое 7×5×2,5 см и побольше 12×7×4 см. Яйцо висело на веревочке, и экспериментатор раскачивал им перед кошкой, пока та не заинтересуется, но не дольше двух минут.

Опыта охоты у этих животных не было, они только насекомых при случае ловили, а птиц видели издали. Как раз такие неопытные коты больше интересуются игрушками, чем бывалые охотники. При первом знакомстве с игрушками кошки выбирали ту, что поменьше, размером с мышью, а другую, размером с крысу, игнорировали. Однако, голодав 16 часов, они охотно играли с большой игрушкой. Исследователи усмотрели в таком поведении сходство с охотой. Крыса — несравненно более опасная добыча, чем мышью, однако голодный хищник готов напасть и на крысу. Точно так же голодная кошка решается играть с большой

▼ *А это уже не игрушка, а настоящая добыча*





▲ Самодельная кормушка-пазл — пластиковый контейнер, над которым натянуты нейлоновые нити с нацизанными пластиковыми трубочками. Корм кладут на дно контейнера. Из-за такого пазла коты не дерутся

▼ Владелец наблюдает за котенком, играющим в CCR



игрушкой. Причем во время игры лапы и челюсти кошки движутся как при охоте на добычу, имеющую тот же размер, что и яйцо: на «мышь» они охотятся как на настоящую мышь, на «крысу» как на крысу. У многих хищников, у львов например, голод или нехватка пищи подавляют желание играть, но не у кошек. Чем они голоднее, тем охотнее играют. Это значит, что хищничество и игра для домашних котов — близнецы-сестры. Поэтому, кстати, им нравятся игрушки, которые распадаются или трепещут в лапах, как будто кот действительно поймал дичь.

Между прочим, играющие кошки меньше охотятся. Специалисты университета Эксетера под руководством Робби Макдональда попросили владельцев котов, которые регулярно охотились и приносили добычу в дом, ежедневно по 5—10 минут играть с ними кошачьей удочкой. Это занятие снизило число приносимых домой охотничьих трофеев на 33%. Исследователи подчеркивают, что дольше десяти минут играть не нужно — кошке быстро надоест, и весь эффект от игры пропадет. К сожалению, удочка спасает от котов преимущественно млекопитающих, но не птиц.

Этот эксперимент отвечает на вопрос, может ли игра полностью заменить домашнему коту, которого неплохо кормят, реальную охоту? По-видимому, нет. А осознают ли коты в игровом азарте, что они не на охоте? Ведь у этих занятий так много общего. Кошки на игрушки охотятся, а на охоте играют с мертвой добычей или подбрасывают и ловят живую.

Не стоит недооценивать котов. Они, конечно, азартны, но чувства реальности не теряют. Специалисты достаточно наблюдали за кошачьей охотой, чтобы заметить отличия между ней и игрой. Игра и хищничество действительно в чем-то схожи. И добычу, и игрушку кот ищет, преследует, хватает и побеждает. Однако игра менее структурирована, чем настоящая охота. На игрушку кошка часто охотится «понарошку», пропуская некоторые необходимые на охоте манипуляции. Исследователи отмечают, что кошка получает удовольствие от самого процесса охоты, независимо от того, поест она в результате этих усилий или нет.

Кошка может на охоте наесться до отвала или устать, однако надоест охота не может. В отличие от игры, она никогда не вызовет привыкания. Если такое случится, кошка умрет с голоду.

Владельцы котов сообщают, что их питомцы, по-видимому, понимают связь между присутствием человека и движением игрушки и побуждают хозяина к игре голосом и взглядом. Это не доказывает, что мотивация для игры с движущимися игрушками иная, чем для хищничества, но предполагает такую возможность.

И вообще, кошки по-разному реагируют на игрушки, похожие на добычу. Иным они неинтересны, а другим только покажи, и они бросятся. Иногда игрушка вызывает даже больший интерес, чем настоящая мышь. Для таких любителей можно использовать короткую игру в качестве положительного подкрепления при обучении, заменив ею еду или ласку.

Этические нормы запрещают экспериментальное сравнение игры и охоты, но некоторые опыты все же можно поставить. Так, кошки на охоте осторожны и с крупной, опасной жертвой, крысой например, избегают встречаться лицом к лицу. Можно изучить защитные реакции котов во время игры и проверить, как они реагируют на интерактивные игрушки, изображающие добычу: как на неодушевленный объект или объект охоты.

Кошки осваивают компьютер

Исследования кошачьих игр интересны не только котоведам-теоретикам и любителям кошек, но и производителям игрушек. Индустрия кошачьих развлечений должна идти в ногу со временем. Владельцам рекомендуют использовать игрушки, позволяющие избежать непосредственного контакта с котом и не быть укушенным или поцарапанным. Прекрасный вариант — удочка, она безопасна для хозяина и многофункциональна. Игра с удочкой одновременно и объектная, и социальная, и двигательная, и хищная. Хорошо, когда игрушка пахнет кошачьей мятой. Производители не устают разрабатывать новые варианты этой незамысловатой игрушки, убеждая хозяев, что последний вариант — самый лучший.

Многие владельцы покупают коту пазл — емкость с дырочками или щелочками, куда можно совать лапы и пытаться достать то вкусненькое или интересненькое, что лежит внутри. Такое устройство надолго занимает кота и не требует непосредственного участия человека. Однако обладатели нескольких котов и единственного пазла опасаются, что игрушка может послужить поводом к кошачьим раздорам.

Бразильские ученые из Федерального университета Флуминенсе установили видеонаблюдение за 27 стерилизованными котами в приюте в Сан-Паулу. В таком сообществе, конечно, не без ссор, однако наличие или отсутствие пазла-кормушки на уровень агрессии не повлияло. Коты гоняли друг друга от кормушки не чаще, чем от лежанки или полочки, на которую хотели запрыгнуть. Живущие вместе кошки стараются не травмировать друг друга, поэтому выясняют отношение с помощью поз, жестов и взглядов. Из-за кормушки они не подерутся. Увы, выборка мала, чтобы делать обоснованные выводы, нужно понаблюдать за десятками таких приютов, однако результаты обнадеживают, и можно попробовать развлечь своих домашних котов подобной игрушкой.

С котами часто играют лазерной указкой. Некоторые считают ее прекрасным заменителем удочки, кот с удовольствием гоняется за световым пятном. Кроме того, в распоряжении котов игрушки автоматические, цифровые и с дистанционным управлением.

Автоматизированные игрушки обычно работают на батарейках и включаются в ответ на прикосновение или какую-то кошачью активность. Игрушки с дистанционным управлением включает владелец через смартфон или пульт. Цифровые игрушки — это движущиеся изображения на компьютере, планшете или экране телефона.

Американские исследователи разработали игру Cat Revolution (CCR). Она состоит из двух компонентов, iPad и iPhone, и позволяет коту играть в одиночку или вместе с хозяином. В одиночном режиме цифровая мышь перемещается по экрану планшета, а кот ее пугает и ловит — специальный интерфейс реагирует на прикосновение лапы. При желании владелец может дистанционно подключиться к кошачьему компьютеру через iPhone и контролировать поведение мыши. Игра звуковая.

Эту игрушку испытали на пяти женщинах и двоих мужчинах, не связанных с разработкой игры, и их питомцах. Владельцам очень понравилось, они сочли CCR забавным и полезным устройством, которое способствует сближению с котом в ходе совместной игры. Они и помыслить не могли, что смогут так общаться. Играя с котом в CCR, люди наблюдают, как он осваивает интерфейс, и отмечают, какой режим он предпочитает. Одному котенку, например, нравилось, когда мышка надолго замирала, а потом бежала очень быстро. Так что люди учатся взаимодействовать с котами, а заодно подсаживают их на цифровые устройства. Один из участников написал в ежедневном отчете: «Вау! Похоже, она использует компьютер».

Впрочем, не все так радужно. Некоторые исследователи опасаются, что лазерные и цифровые игрушки, хотя и нравятся котам, могут их огорчать, потому что не позволяют должным образом завершить охоту. Схватить световое пятно или виртуальную добычу нельзя. Лапой бьешь, бьешь, а толку никакого. И никаких тактильных ощущений.

У собак погоня за светом считается компульсивным расстройством, требующим лечения. Аналогичные заболевания у кошек не исследовали, и к каким последствиям приводит их контакт с компьютером, неизвестно.

Хотя почти все согласны с тем, что среду обитания котов нужно обогащать, четких представлений о том, как это сделать, нет. У людей есть некоторые соображения на этот счет, но они, возможно, отличаются от кошачьих. А предпочтения котов могут меняться. Самый лучший выход в данной ситуации — предоставить коту возможность самому решать, чем ему заняться. Для этого у кота должен быть выбор. Обеспечьте ему доступ к окну, место, где можно прятаться, и теплую лежанку, заведите собаку, купите аквариум и разные подвижные игрушки. И не забывайте сами гладить, расчесывать и развлекать кота. Человек, по-видимому, тоже важный фактор обогащения кошачьей среды обитания. Пусть он не может поговорить с котом, но может с ним поиграть.



Панацейка

Кошачья мята — гроза комаров

Близ этрусского города Непет (сейчас это Неполи в Италии) некогда росла в изобилии многолетняя ароматная трава с плотными, опушенными листьями и пышными соцветиями из белых, розовых или сиреневых цветов. В честь этого города Карл Линней и назвал растение *Nepeta*, а по-русски оно называется котовник, потому что коты им очень интересуются. *Nepeta* — обширный род семейства яснотковых (губоцветных), он насчитывает около 300 видов, из которых более 20 используют как лекарственные растения. Сегодня мы поговорим об одном из них, котовнике кошачьем, или кошачьей мяте *N. cataria*.

Кошачья мята растет на юго-востоке Европы, юго-западе Азии и в индийских Гималаях. Ее ареал протянулся через всю Евразию, от Атлантики до Тихого океана, на другие континенты растение завезли.

На языке урду кошачью мяту называют баранджбойя — это арабизированное персидское слово, означающее «благоухающий лимоном». Действительно, аромат котовника описывают как травянисто-цитрусовый с нотками розы. Впрочем, есть разные подвиды кошачьей мяты, и пахнут они по-разному. Эфирное масло синтезируют все котовники, но по его количеству и составу разные виды различаются. Самые эфиромасличные растения — котовники кошачий и Мусина. Эти же виды производят больше всего нектара и привлекают пчел.



▲ *Котовник кошачий*

◀ *Эфирное масло котовника находится в желёзках на нижней стороне листа. Во время цветения желёзок становится больше*

Котовник используют как пряность там, где нужен лимонный запах. При нагревании аромат сохраняется, поэтому кошачью мяту можно добавлять в компоты, варенья, чай, некоторые рыбные блюда и супы.

Целебные свойства *N. cataria* упоминали еще греческий военный врач и ботаник Диоскорид, живший в I веке нашей эры, и Авиценна (980 — 1037). В разных странах ей лечатся по-разному. На Востоке чай и настои из кошачьей мяты используют для лечения воспалительных, желудочно-кишечных и респираторных заболеваний. Это ветрогонное и тонизирующее средство, а горячий чай из листьев и соцветий рекомендуют как снотворное, его также пьют при зубной боли. В Уэльсе настой считают безопасным и эффективным детским обезболивающим, афроамериканцы с его помощью облегчают колики у детей. Унани тибб — одна из систем традиционной ведической индийской медицины — ценит котовник кошачий как стимулятор сердечной деятельности, кроме того, растение обостряет ум и память и служит афродизиаком, а в виде припарок или пасты помогает при артрите. Трава котовника кошачьего входит в состав жаропонижающих и успокаивающих чаев и уменьшает кожные высыпания при кори и ветряной оспе.

Люди лечатся не только чаями и настоями котовника, но и его эфирным маслом. Его используют как противокашлевое, потогонное, седативное средство, при бронхите и мигрени масло принимают внутрь, при некоторых кожных заболеваниях применяют наружно.

Чему из вышеперечисленного можно верить? Свойства эфирного масла и экстрактов кошачьей мяты испытывали на животных. Они действительно расслабляют гладкие мышцы в кишечнике и трахеях, поэтому могут

помочь при кишечных и респираторных заболеваниях: колите, диарее, кашле, астме и бронхите. Эфирное масло обезболивает крыс и смягчает воспаление. Мыши, которым дают экстракт листьев вместе с кормом, меньше тревожатся. Экстракт благотворно влияет на сексуальное поведение самцов крыс.

Овцам экстракт котовника помогает избавиться от нематод (обычно овцы заражены несколькими видами сразу). Экстракт и эфирное масло убивают трипаносом (это простейшие — возбудители трипаносомозов), некоторые виды бактерий и грибков, в том числе возбудителей пневмонии и брюшного тифа, золотистого стафилококка и синегнойную палочку.

Как видим, эфирное масло кошачьей мяты полезно не меньше, а то и больше, чем экстракты и настои. Масло получают из разных частей растения: листьев, стебля, корней, цветков. Оно не раздражает кожу, не вызывает помутнения роговицы, не токсично при глотании и безопасно при ингаляциях.

Сотрудники Никитского ботанического сада в Крыму исследовали влияние эфирного масла кошачьей мяты на здоровье людей старше 55 лет. Посетителей центров социального обслуживания граждан в Ялте и Симферополе объединяли в группы по 10—12 человек и предлагали прослушать психорелаксационную запись, состоящую из спокойной музыки, звуков природы и шума моря. Опытные группы одновременно с записью вдыхали эфирное масло, распыленное в помещении в концентрации 1,0 мг/м³. Аромапсихотерапия длительностью от десяти минут до получаса снижала пульсовое и систолическое давление, уменьшала проявления тревоги и депрессии,



▲ Коты никогда не катаются по земле рядом с растением, они целенаправленно натираются кошачьей мятой

улучшала общее самочувствие, делала людей бодрее и внимательнее, повышала настроение и работоспособность. Чтобы оценить работоспособность, испытуемых просили распознавать слова с пропущенными буквами и учитывали скорость просмотра и количество пропущенных ошибок. Психорелаксация без ароматерапии таких результатов не дает.

Конечно, эти исследования нельзя считать клиническими испытаниями: в них нет двойного слепого контроля, и неплохо было бы сравнить действие эфирного масла кошачьей мяты с каким-нибудь другим. Однако хуже ни одному из пациентов не стало, они даже почувствовали себя лучше.

Пожалуй, у нас есть основания считать кошачью мяту мягким расслабляющим и успокаивающим средством. А еще его эфирное масло отпугивает комаров. Это очень важное свойство, потому что комары переносят малярию и вирусные лихорадки. Существует достаточно эффективный синтетический репеллент N,N-диэтилметатолуамид (ДЭТА), но он дорог и недоступен большинству жителей тех регионов, где эти болезни свирепствуют, а вырастить кошачью мяту и самостоятельно получить из нее эфирное масло вполне возможно.

В роли репеллента выступают монотерпен непеталактон, основной компонент эфирного масла, и его производные. Разные виды *Nepeta* синтезируют разные стереоизомеры непеталактона, обладающие разной эффективностью. При нанесении на кожу непеталактон кошачьей мяты не менее, а по некоторым данным даже более действенен, чем ДЭТА. Эффективность масляного лосьона, содержащего 5% непеталактона, испытали на нескольких сельских семьях, живущих в Бурунди. Среди испытуемых были взрослые, дети, подростки и беременная женщина. Людей, которые регулярно пользовались лосьоном, комары кусали значительно меньше или не

кусали совсем, однако некоторые находили запах лосьона резким и неприятным. Шесть человек из шестидесяти даже жаловались на чихание, тошноту и рвоту.

Американские исследователи испытывали непеталактон в лабораторных условиях. Голодные комары летят на источник тепла, например грелку с температурой 37°C. Репеллент комаров отпугивает, и они на грелку не садятся. Намазывая источник тепла разными репеллентами, можно измерить их активность. Эфирное масло кошачьей мяты в течение двух часов действовало на самок комаров *Aedes aegypti* столь же эффективно, как ДЭТА.

Кошачья мята не только комаров отпугивает, но и кошек привлекает — они без ума от непеталактона и его производных. Запах кошачьей мяты вынуждает не только домашних котов, но и таких серьезных животных, как львы, рыси и оцелоты, обнюхивать растение, затем лизать и жевать листья, тереться о них щеками и подбородком, а затем кататься по траве, натирая голову и все тело. Такая реакция длится от 5 до 15 минут, после чего кошки несколько часов вообще не реагируют на запах котовника. Этой поведенческой схеме следуют практически все коты, чувствительные к непеталактону. А чувствительны не все — реакция на кошачью мяту определяется генетически.

Японские ученые под руководством доцента Университета Иватэ Масао Миязаки выяснили, что непеталактон взаимодействует с μ -опиоидными рецепторами, которые участвуют в возникновении эйфории у людей, и повышает концентрацию β -эндорфина в кошачьей крови. Тем не менее исследователи предположили, что кошки валяются в котовнике не удовольствия ради, а для защиты от комаров. Губы, веки, уши и нос кошки уязвимы для укусов насекомых. Если непеталактон помогает человеку, то и кошке может пригодиться. Эта гипотеза подтвердилась.

Ученые работали с синтетическим цис-транс непеталактолом — это предшественник большинства изомеров непеталактона. И домашние, и уличные кошки должным образом реагировали на бумагу, пропитанную непеталактолом (их возбуждает только запах, но не вкус). Один кот, посаженный в клетку, не поленился вскарабкаться на стенку высотой 116 см, чтобы достичь ароматного фильтра, лежащего на клетке снаружи.

Котов, натершихся непеталактолом, и контрольных, необработанных, анестезировали и засунули их головы в камеру с комарами *Aedes albopictus*. Комары предпочитали садиться на необработанных котов. Непеталактол и впрямь действует как репеллент. Фотографию бесчувственных котов во время опыта экспериментаторы опубликовать не осмелились.

Когда кошка сидит в засаде и не может чесаться и дергаться, репеллент ей очень кстати, а стимуляция опиоидной системы может дополнительно обезболить укус. Кстати, собаки и крысы, которые в засадах не сидят, мятой не натираются и вообще ею не интересуются, хотя комары их кусают.

Все-таки кошачья мята — чудесное растение. Красивое, душистое, и людям полезно, и котам. А если вы живете в городе и комары вашему коту не докучают, из сухих листьев можно сделать для зверя игрушку, ему будет приятно.

Н. Ручкина

**«ХИМИИ
56 лет! И ЖИЗНИ»**
Но она
по-прежнему
плодоносит!



Доктор технических наук

Г.М. Кимстач

Синдром лягушки и потепление

Иллюстрация Сергея Тюнина



Синдром лягушки известен из басни французского писателя Оливье Клерка: если бросить лягушку в горячую воду, то она моментально оттуда выпрыгнет. Но если посадить ее в кастрюлю с холодной водой и медленно воду нагревать, то лягушка будет спокойно сидеть, пока не сварится. Объяснение синдрома простое: организм лягушки реагирует на резкие изменения внешней среды, а медленные он попросту не замечает. Экспериментально установлено, что при закипании воды лягушка все-таки пытается выпрыгнуть из посуды. Только сил для этого у нее уже нет.

О синдроме лягушки обычно вспоминают в жизненных ситуациях, когда медленно накапливающиеся изменения достигают таких размеров, что исправить ситуацию уже невозможно. В частности, лет двадцать назад этот синдром нередко упоминали экологи, говоря о нашем отношении к проблеме очевидного ухудшения состояния природной среды. Здесь действительно легко усмотреть аналогию. Однако люди быстро привыкли как к изменениям природной среды, так и к увещаниям экологов. Все это давно перестало нас занимать, сделалось неинтересным.

Однако процесс качественного изменения природной среды от того не остановился, и важнейшей его характеристикой стало содержание углекислого газа в атмосфере, которое по сравнению с XIX веком выросло на треть и достигло максимума за последние 800 тысяч лет. Подсчитано: даже если цивилизация полностью прекратит выброс углекислого газа в атмосферу, такой накопившийся избыток обеспечит продолжение нагревания планеты в течение нескольких веков.

Люди на редкость спокойно отнеслись и к тому, что процессы разрушения нашей природной среды обитания стали протекать необратимо. Необратимы тают полярные льды и вечная мерзлота. Необратимо деградирует Мировой океан. Климатологи отметили, что рост температуры в Азии также уже невозможно обратить вспять. Быстро и непредсказуемо изменяются погода и климат. Участились различные природные катаклизмы, эпидемии, пандемии. Можно, наверное, найти и другие примеры.

А теперь вспомним утверждение экологов: если природная среда изменяется обратимо, то это экологический кризис, если же необратимо, то экологическая катастрофа. Следовательно, все сказанное

совершенно однозначно доказывает: экологический кризис на нашей планете, о котором так много говорили и писали, уже завершился и началась самая настоящая глобальная экологическая катастрофа. Дело идет к тому, что скоро процессы разрушения природной среды обитания человечества примут лавинообразный характер и противостоять им окажется невозможно. При этом люди, подобно несчастной лягушке, по-прежнему беспечно бездействуют, не предпринимая действенных мер для купирования катастрофы.

На самом деле, проблем «кто виноват?» и «что делать?» в этой ситуации нет: выбирать с ответом не из чего, есть только одна возможность. Закон природы состоит в том, что свойства земной атмосферы и характер протекающих в ней процессов в полной мере определены ее химическим составом. Каждый, глядя в окно, наблюдает, как постепенное изменение химического состава атмосферы наглядно проявляется в виде изменения климата и погоды. В соответствии с этим законом, для восстановления комфортной среды на планете следует воссоздать необходимый для этого состав атмосферы. Другими словами, нужно удалить из атмосферы излишек углекислого газа и вернуть в нее то количество кислорода, которое было израсходовано на его образование. Все остальное природа сделает сама. Только в этом случае процессы в атмосфере пойдут в нужном направлении и приведут к необходимому людям результату. Никаких других путей и возможностей не существует. То, что предпринимает глобальное человечество, а именно пытается сократить эмиссию углекислого газа, очевидно, не решит проблему, а лишь растянет время нагревания воды, в которой варится глупая лягушка.

Для практической реализации такой задачи, по всей вероятности, тоже имеется только одна возможность: научиться тому, что делают растения. А именно — разлагать атмосферный углекислый газ на кислород, возвращаемый в атмосферу, и углерод, переводимый в устойчивые органические и неорганические соединения. Этот процесс искусственного фотосинтеза необходимо воспроизводить в больших масштабах и с большей эффективностью, чем это делают растения, для чего требуется создание и внедрение в практику соответствующих технологий и устройств. Выполнять подобные работы человечеству еще никогда не приходилось, однако технически это осуществимо.

Можно, разумеется, по-разному отнестись к тому, о чем шла речь. Однако в любом случае альтернативы две: либо многотрудная напряженная работа на долгие годы, либо печальная судьба несчастной лягушки. Именно так выглядит реальная оценка перспективы.

Кандидат физико-математических наук

С.М. Комаров

К вопросу о правильной повестке

Иллюстрация Сергея Тюнина



В конце декабря 2020 года я смотрел трансляцию конференции по водородной энергетике из Томского госуниверситета. Там обсуждали чрезвычайно важную и очень печальную для отечественных нефтегазовых, да и многих других капиталистов тему декарбонизации экономики: отказ к 2050 году промышленно развитых стран ЕС, Северной Америки и Юго-Восточной Азии от ископаемых углеводородов и введение трансграничного углеродного налога примерно с 2025 года. Последняя мера обойдется экспортным предприятиям РФ примерно в 30 млрд долларов.

На мой взгляд, вся суть этой идеи состоит в очевидной повестке этих стран. Они лишены ископаемых углеводородов и вынуждены их покупать у русских и арабов, которых не очень любят, о чем порой говорят прямым текстом. Переход на свои энергоресурсы позволит отказаться от этих покупок, изымая средства из развития неприятных стран и направляя их на собственное развитие, а чтобы компенсировать отечественным капиталистам высокую цену зеленой энергетике, как раз и пригодится налог. Что делать в этой ситуации российским капиталистам — не очень понятно. Однако кое-какие идеи имеются.

Один из способов избавиться от ископаемого топлива — заменить его на водород. При сгорании он не образует никаких вредных газов, а только воду, есть у него и другие положительные черты. Поэтому водородная энергетика, прежде всего для нужд транспорта и отопления, считается важным компонентом зеленой энергетике. Получать водород в ЕС планируют электролизом воды за счет зеленого электричества, для чего в Германии строят огромные электролизные установки. Однако такой зеленый водород очень дорог. И тут начинается российская повестка.

Из природного газа можно сделать голубой водород — он будет в десять раз дешевле зеленого. Да, при этом получается либо углерод, либо углекислый газ. Их можно собрать и захоронить. Это затраты, но и такой полужелтый водород оказывается значительно дешевле электролизного. Давайте, говорят наши специалисты немецким коллегам, мы построим завод на окончании Северного потока и станем по нашим технологиям получать голубой водород. Не нужно вам строить дорогие электролизеры. А им отвечают примерно так: да какие у вас технологии? У вас же медведи по улицам ходят. Вот наши электролизные технологии пусть дороги, но надежны, да и Брюссель велит электролизом заниматься. Вы бы для начала у себя развили водородную энергетiku на голубом водороде и нам показали.

И вот примерно на этом этапе дискуссии участникам конференции пришло осознание: у нас, российских специалистов, связанных с водородной энергетикой, есть много идей и наработок, но нет никаких средств для донесения своего видения проблемы не то что до Брюсселя, не то что до немецкого обывателя, а даже до собственного населения. Ведь оригинальная отечественная научно-популярная периодика сведена до маргинального состояния, а ее заменители больше заняты пересказами иностранных научных новостей.

Наглядным примером того, сколь плохо не иметь канала для донесения миру отечественной научно-технической повестки, служит свежая история с вакциной от коронавируса. В самом деле, если, согласно мировому общественно-политическому мнению, в России по улицам ходят медведи посреди руин советской устаревшей науки и промышленности, какая там может быть вакцина? Разработчиков «Спутника-V» обвиняли и в неумении, и в том, что они используют устаревшие и непрозрачные советские протоколы испытаний, и в недостоверности представляемых данных, и в том, что в стране, где медведи, невозможно разработать вакцину на самой современной платформе.

Неудивительно, что многие люди, в том числе и в РФ, скептически относятся к вакцине, воспринимая сообщения отечественных общественно-политических СМИ как пропаганду. Вроде разговоров про вакцину много, но никто толком не рассказал, что изготовление противовирусной вакцины на аденовирусе — это не замшелые технологии из запасника, а самый передний край, что в мире проходят десятки клинических испытаний самых разных вакцин такого рода, в том числе от ВИЧ, однако ни одна не дошла до рынка, разве что для ветеринарии. И то, что в Центре эпидемиологии и микробиологии имени Н.Ф. Гамалеи сделали вакцину на человеческом вирусе, с эффективностью 90% и без смертельных побочных эффектов, — это очень серьезный научный прорыв.

Ну хорошо, в частном случае с вакциной удалось всеми средствами государственного пропагандистского аппарата отстоять свою точку зрения. Однако это не системное решение, а в важнейших научно-технических вопросах, определяющих наше будущее, приходится жить в рамках той повестки, которая сформирована иностранными научно-популярным и научными изданиями.

К пропаганде науки прямое отношение имеет столь важная идея, как цифровизация, а именно цифровизация СМИ. Из-за склонности населения к пиратству, СМИ, книгоиздатели, прочие изготовители контента несут огромные убытки, а прибыли от размещения цифровой информации получают различные порталы, которые сами контент не делают, но торгуют рекламой. Тенденции такой цифровизации понятны — изготовлением цифрового контента занимаются либо любители, желающие рассказывать о своем опыте, либо графоманы, либо профессиональные участники пропагандистских компаний, имеющие стороннее финансирование.

Однако в текущей повестке все знают, что цифровые СМИ — это хорошо, потому что это мгновенный доступ к контенту, потому что это трансграничный переток информации, это охват массовой аудитории и в конце концов это же чисто, это бесплотная цифра, а не грязная бумага, для которой надо рубить лес, гадить реки отходами бумажного комбината. И с этими представлениями живет не только общество, но и руководители страны, недаром в 2020 году Минпечати ликвидировали и его функции передали Министерству цифрового развития.

Однако задумаемся — чья это повестка? Кто делает серверы, системы связи, конечные устройства для чтения цифры, программное обеспечение для них? Где расположены платформы для размещения информации? Да, не в России. А что есть в России? Лес есть, вода есть. Есть отечественные капиталисты, которые делают бумагу, печатают книги, есть авторы, которые способны делать качественный контент на русском языке, есть почта, доставляющая бумажный контент потребителю. Вот у них совсем другая повестка — бумажная газета, бумажная книга, защищенная от пиратского копирования своей природой и приносящая доход всей этой цепочке.

А что с чистотой? Есть расчет: получасовое чтение газеты в Сети имеет такой же углеродный след, как чтение газеты на бумаге, а если за полчаса не управиться, цифра с каждой минутой становится все грязнее и грязнее. Выходит, что национальная повестка для страны — бумажная пресса, а не та цифровая, которую считают нашим всем. Цифра как раз антинациональна, она разоряет отечественного капиталиста в угоду транснациональному.

Классический пример того, как одни формируют выгодную для себя картину мира и как другим приходится в ней жить, неся убытки, — антропогенное глобальное потепление. Все мы знаем из мировых научно-популярных и общественных изданий, что человек, начиная с промышленной революции, стал, сжигая уголь, загрязнять атмосферу углекислым газом и так ее загрязнил, что началось глобальное потепление. Поэтому выход — сократить выбросы углекислого газа и тем самым стабилизировать климат.

Это текущая общепринятая повестка, сформированная на основании расчета, сделанного Сванте Аррениусом где-то в начале XX века, для него это была скорее игра ума. В ней сейчас присутствует ничего не решающий спор держателей истины с маргинальными конспирологами о том — верно ли, что это потепление антропогенное, или само так получилось в силу геологических причин. Первые считают, что требуется уничтожить энергетику на ископаемых углеводородах (чья это идея — уже говорили), вторые — что надо обождать, может, оно само и закончится, как началось. Самое главное в том, что ни одно из этих предложений не решает главного: задачи охлаждения планеты от перегрева.

Как же так, ведь есть же Парижское соглашение по сокращению выбросов? Да, есть. Но там заявлена цель: уничтожив углеводородную энергетику, мы удержим

потепление в пределах двух градусов. А это что? А это климат не привычного нам голоцена и даже не доледникового плейстоцена, когда мамонты бродят по Сибири. Это плиоцен, когда есть Северный океан, свободный ото льда, и уровень моря поднялся на 35 метров. Жить можно, но для цивилизации наступает катастрофа хотя бы из-за перекраивания политической карты мира.

А какая может быть наша повестка, страны-экспортера ископаемых углеводородов? Элементарно: не надо сокращать выбросы, это бессмысленно. Не надо ломать инфраструктуру углеводородной экономики — это ведет к потерям сотни триллионов долларов, массовой безработице. Надо чистить атмосферу от углекислого газа. При определенных финансовых и трудовых затратах технически можно утилизировать не только выделяемый газ, но и тот, что был выброшен ранее, вплоть до комфортных параметров конца XIX века. Для этого есть технологии улавливания атмосферного CO₂, электролизного производства водорода и превращения их хоть в топливо, хоть в еду, хоть использования для изготовления карбонатов. В общем, обеспечивать надежное захоронения атмосферного углекислого газа. Такие технологии имеются в виде опытных образцов, но мало кто про них знает.

Я написал несколько статей на эту тему для «Химии и жизни», одна из них попала в соцсети и вызвала бурную реакцию. Меня обвиняли в глубоком невежестве, ведь это глупость — тратить энергию на связывание углекислого газа с водородом, а потом извлекать ее при сжигании в том же моторе, это экономически и энергетически невыгодно. Эти недалёковидные люди не понимают, что если в повестке дня стоит уничтожение углеводородной энергетики и они живут в этой повестке, то соображения эффективности никого не волнуют: через пять лет придется ездить на дорогом топливе из дорожущего зеленого водорода. Эффективность — это другая идея, которой нет в общественном сознании. Циркулирующая в нем идея, идея вины промышленности за потепление, с выводом — надо промышленность либо уничтожить, либо сильно сократить — расположена перпендикулярно национальным интересам страны.

Совсем другая идея: мы уберем, все что загадили, именно такая идея должна стать основой повестки отечественных капиталистов и их коллег из других нефтегазодобывающих стран. Потому что в ее рамках нет надобности отказываться от ископаемых углеводородов. Есть надобность в другом: в развитии машиностроения для производства и монтажа устройств утилизации CO₂, в создании высокотехнологических рабочих мест в странах, которые понимают такую идею. Как это ни удивительно, но именно такая повестка обеспечивает решение климатической проблемы, поскольку только она дает надежду не стабилизировать глобальное потепление, а устранить его причину: насыщение атмосферы парниковым газом.



▲ Крупный план кратера Вальхалла на спутнике Юпитера Каллисто. Ракурс изображения не позволяет увидеть небольшой прогиб древнего кратера, но концентрические кольца и светлое пятно точно маркируют его центральную область

◀ Глядя на фото Ганимеда, трудно сообразить, что светлые борозды на его поверхности представляют собой части окружностей. Однако планетологи смогли найти их геометрический центр: он находится рядом с левым нижним углом квадратного вреза

Спутник в полосочку?

Самый большой среди спутников Солнечной системы, третий Галилеев спутник Юпитера Ганимед, имеет диаметр 5270 км. Подобно Луне, он всегда обращен одной стороной к своей планете. В 1979 и 1980 году зонды «Вояджер-1» и «Вояджер-2» сделали детальные снимки этой стороны, а с 1995 по 2003 год аппарат «Галилео» провел полное картирование спутника. Оказалось, что поверхность Ганимеда покрыта светлыми (молодыми) и темными (более древними) регионами (2:1 по площади) и состоит из смеси грязных льдов. В темных областях водный лед составляет примерно половину смеси, в светлых — до 90%.

Темные регионы испещрены мелкими бороздами, которые появились раньше многочисленных местных кратеров. Еще в XX веке американские ученые нанесли борозды на карты и установили, что в пределах полушария Ганимеда их сеть концентрична. То есть разрозненные борозды это детали цельной геометрической картины с единым центром кривизны на невидимой с Юпитера стороне. Если бы картина сохранилась полностью, то выглядела бы так, как, к примеру, выглядят концентрические кольца самого большого кольцевого кратера Солнечной системы: это Вальхалла, который занимает круг диаметром в 4000 км на другом Галилеевом спутнике, Каллисто (см. фото).

Недавно трое планетологов из ведущих университетов Японии под руководством профессора Наойюки

Хирата вновь подвергли тщательному анализу наблюдательные данные о бороздах. Они выяснили, что остатки единой кольцевой структуры можно проследить на расстоянии до 8000 км от гипотетического центра. Статистика пространственных положений центров кривизны борозд показала, что максимальное отклонение их ориентаций от идеальной концентрической картины не превышает 30°. Это ограничивает возможные смещения темных областей от их древних местоположений одной тысячью километров, то есть в процессе эволюции они практически не двигались.

Авторы исследования смоделировали на суперкомпьютере Национальной астрономической обсерватории Японии удар 150-километрового космического тела, который, как они считают, сформировал глобаль-

ную сеть борозд. Удар должен был породить гравитационную аномалию в регионе диаметром в тысячу километров, которую можно будет обнаружить с помощью космических аппаратов.

Однако ученые отметили принципиальную возможность других объяснений. Они надеются, что вопрос будет однозначно решен после полетов новых миссий к спутникам Юпитера. Ближайшую из них, автоматический аппарат JUICE (Jupiter Icy Moon Explorer — исследователь ледяных лун Юпитера), Европейское космическое агентство планирует запустить в следующем году. (*Icarus*, 2020, 352 [S02] 113941)

Сера лунных лав

Один из основных результатов программы «Аполлон» в семидесятых годах XX века — запас образцов грунта, взятого в разных точках Луны. Половину этого материала НАСА тогда законсервировало для исследований на приборах будущего. Сегодня оно наступило, поэтому в научных журналах все чаще появляются статьи с новыми данными о Луне. Одна из них, работа профессора Брауновского университета Альберто Сала и его коллеги из Института Карнеги Эрика Хаури, посвящена изучению соотношения изотопов серы.

Ученые исследовали образцы вулканических лав с включениями застывших стеклянных капель, доставленные «Аполлоном-15» и «Аполлоном-17». Капли захвачены из расплавленной магмы до ее дегазации при извержении, то есть до удаления из нее серы и других летучих элементов, поэтому их состав дает представление о химической эволюции магм.

Ученые исследовали 67 образцов на предмет соотношения долей изотопов серы с атомными массами 34 и 32. Среди образцов удалось выделить две группы с большим и малым соотношением этих изотопов, которое коррелирует с общим содержанием в них серы и титана. Это значит, что лавы произошли из разных резервуаров лунной толщи. По мнению ученых, большая доля легкого изотопа в лавах свидетельствует

об их связи с образованием жидкого железного ядра внутри Луны, так как железо имеет тенденцию захватывать тяжелый изотоп серы, тем самым обогащая магму легким. Когда же моря жидкой лавы на поверхности планеты охлаждаются и кристаллизуются, в ней повышается концентрация тяжелой серы из-за преимущественного испарения легкой. Принято считать, что эти моря покрыли Луну 100 миллионов лет спустя после ее рождения.

До сих пор астрофизики были уверены, что разные минералы лунных базальтов содержат изотопы серы примерно в равных долях, чего не скажешь об изотопах большинства других химических элементов. Однако новое исследование доказывает, что это не так, соотношение концентраций тяжелого и легкого изотопов могут сильно различаться. Это различие характеризует ключевые моменты ранней эволюции Луны. Работа приближает разгадку тайны рождения Луны и будет продолжена. Ученые также надеются выснить, насколько различается содержание изотопов серы в лунных и земных толщах. (*Science Advances*, 2021, 7, № 9)

Плита поверх Венеры

Господствующая догма современной геологии гласит: земная поверхность состоит из плит, которые перемещаются по подстилающему их слабовязкому слою со скоростью в несколько сантиметров в год. Эту тектоническую машину движет медленное перемешивание земной мантии. На других каменных телах Солнечной системы такого никогда не наблюдали. Венера по многим характеристикам — двойник Земли, поэтому астрофизики изучают ее особенно тщательно. Это не так легко, потому что поверхность планеты покрыта плотной, непрозрачной и горячей атмосферой.

Последняя работа трех ученых из Брауновского университета под названием «Оценка тепловых условий на Венере на основе морфологии многокольцевых кратеров», выпол-

ненная под руководством профессора Брэндона Джонсона, по-видимому, решает проблему венерианской тектоники плит. Ученые детально изучили Мид, самый большой ударный кратер планеты с кольцевыми уступами на расстояниях 190 и 270 км от центра при общем диаметре около 300 км. Он возник от трети до миллиарда лет назад. Исследователи построили компьютерную модель ударного образования кратера. Один из параметров модели — это тепловой градиент планеты, поскольку увеличение температуры с глубиной напрямую связано с механическими свойствами твердых пород планеты. Аналогичный подход Джонсон уже применял к лунным кратерам. В частности, четыре года назад он опубликовал расчет гигантского многокольцевого Восточного моря.

Установлено, что для появления двух уступов в местах их расположения нужна очень толстая внешняя литосфера, значительно толще земной. Расчетный тепловой градиент оказался в два раза меньше необходимого для существования тектоники плит. Он равен 14°C на километр глубины (у Земли — 30°C). Размеры других кольцевых кратеров Венеры подтверждают найденные тепловые параметры. Равновесие гор Максвелла, самых больших гор планеты, и подстилающих их пород также хорошо согласуется с параметрами модели. Авторы делают вывод, что в момент образования кратера Венера была покрыта единой плитой и тектоника плит на ней отсутствовала. (*Nature Astronomy*, 28 января 2021 года)

Новая хронология от доктора Марчи

Геологи датируют возраст земной поверхности по содержанию в ней радиоактивных элементов. На космических телах в большинстве случаев нет возможности взять пробу грунта, поэтому для определения возраста поверхностей планет, их спутников и астероидов астрофизики применяют модели. Например, давние даты событий времен интенсивных бомбардировок вычисляют по числу ударных

кратеров, приходящихся на единицу площади. Грубо говоря, чем кратеров больше, тем древнее регион. Зависимости размера кратеров от размера тела-ударника известны, остается определить их количество в разные периоды эволюции Солнечной системы.

В XX веке во время исследований Луны американские астронавты целенаправленно собирали пробы грунта в разных ее регионах. Пробы также взяли советские автоматические станции. Тогда удалось сравнить данные изотопной и относительной кратерной хронологий Луны, определить абсолютное время ее бомбардировок по изотопным часам, а также оценить количество и размеры астероидов, ударявших наш спутник в разные времена. Затем ученые экстраполировали эти данные на окрестности Марса и построили хронологию его поверхности

Однако теория раннего этапа Солнечной системы не стоит на месте. Доктор Симон Марчи из Юго-Западного научно-исследовательского института (США) на основе этих теоретических уточнений рассчитал вклады разных групп ударников в их общий поток. Его результаты позволили ученому предложить новую хронологию регионов Марса. Он детально рассмотрел ее на примере гнездового кратера Езеро и сильно кратеризованных южных регионов планеты.

Пятидесятикилометровый кратер Езеро расположен на западе равнины Изиды, размер которой полторы тысячи километров. Она перекрывает часть границы огромного Северного полярного бассейна, по-видимому, самого крупного и старого ударного бассейна Марса. Новая хронология уточняет возраст характерных для него гнездовых кратеров. Согласно нее, Езеро образовался 3,1 млрд лет назад, что на полмиллиарда больше общепринятой сегодня цифры, равнина Изиды родилась в интервале 4,05–4,2 млрд лет назад, а сам полярный бассейн – 4,35–4,40. Для южных регионов теория дает несколько большее число крупных кратеров, чем наблюдается. Доктор Марчи считает, что недостающие кратеры либо стерты временем, либо теорию придется уточнить.

Недавнее успешное приземление и первые опубликованные снимки кратера Езеро, сделанные новым марсоходом «Персеверанс» НАСА, дают надежду на проверку хронологии. Одна из его задач – собрать образцы грунта в кратере и упаковать их; потом другой космический аппарат заберет образцы и доставит их на Землю. (*The Astronomical Journal*, 2021, 15 марта)

Троянский кентавр

В начале лета 2020 года астрономы обнаружили необычный малый объект в необычном месте Солнечной системы – комету на орбите Юпитера. Сначала его заметили два телескопа системы предупреждения об опасных астероидах Гавайского университета. Поиск в архивах обзорного каталога переменных небесных источников «Zwicky Transient Facility» показал, что найденный объект (его назвали P/2019 LD2) проявлял кометную активность уже с апреля 2020 года. Последующие наблюдения другой обсерватории США подтвердили этот факт. Так астрономы доказали: среди троянских астероидов Юпитера есть комета.

Напомним, что троянами называют малые тела, движущиеся по орбите планеты с опережением ее на шестьдесят градусов, они собраны в одной из так называемых точек Лагранжа. Это область орбиты, где центробежная и гравитационные силы Солнца и Юпитера компенсированы, поэтому малое тело может здесь остаться надолго. В симметричной орбитальной области позади планеты пребывают греки, другая группа малых астероидов. Принято считать, что все они захвачены при пролете мимо Юпитера и заброшены в эти точки его гравитационным полем. Комет здесь прежде никогда не наблюдали.

Новому удивительному явлению посвящена статья полусотни астрономов под руководством Брюса Болина из Калифорнийского технологического института. В ней обобщены и проанализированы данные о характеристиках LD2, собранные

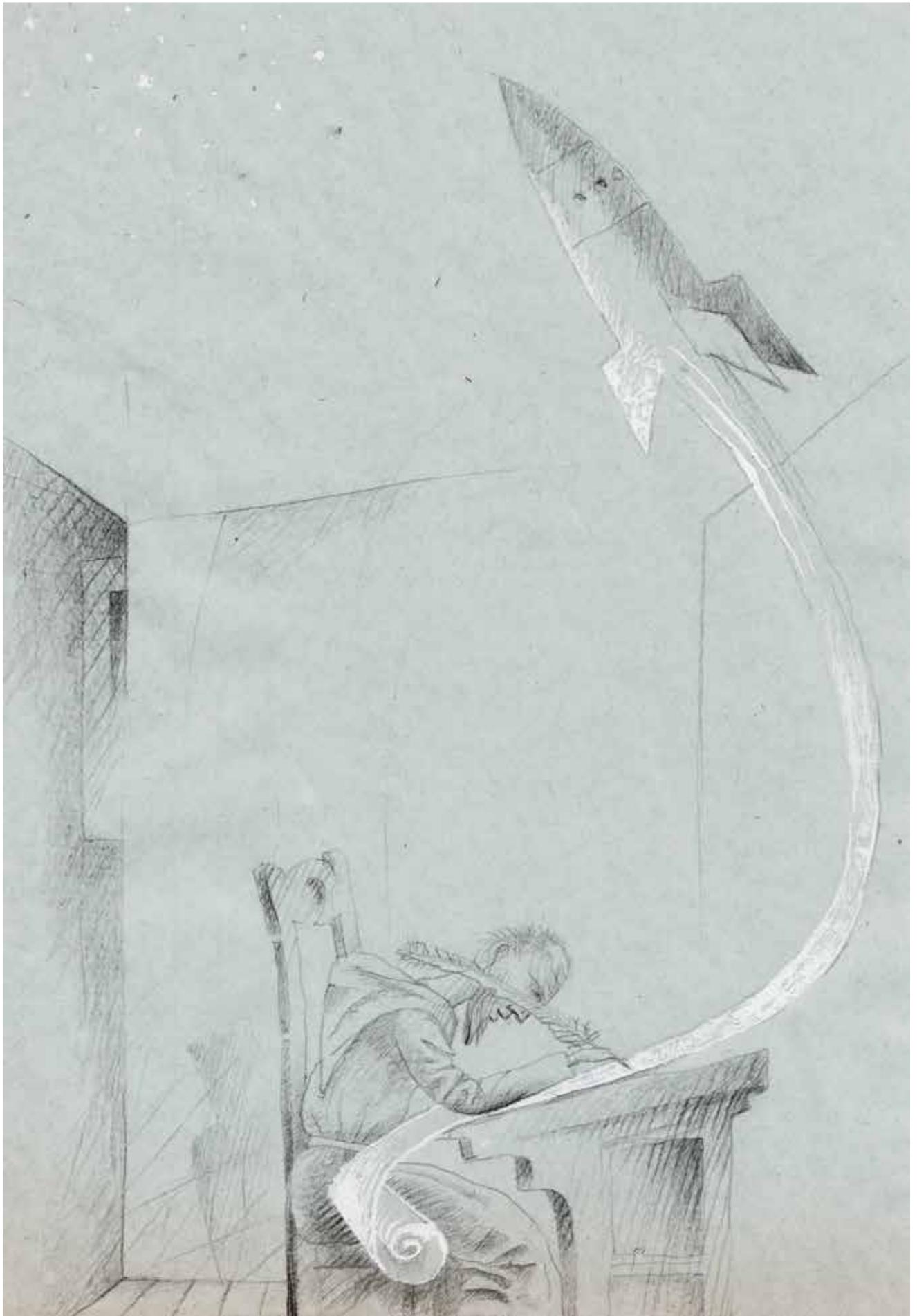
шестью различными телескопами. Оказалось, что ядро LD2 размером от 200 до 1800 м выбрасывает струи пыли и газа в свою кому, то есть атмосферу. Благодаря дегазации у объекта есть кометный хвост, простирающийся более чем на полмиллиона километров.

Детали строения хвоста и комы различил космический телескоп Хаббл, а состав оценил телескоп Спитцер. Размер выбрасываемых частиц пыли около ста микрон, скорость выбросов – один метр в секунду. Удивительна активность на таком большом расстоянии от Солнца, ведь его света недостаточно для сублимации льда, которая, по общепринятым представлениям, вызывает дегазацию и образование хвоста у комет. Обычно кометы становятся активны на расстояниях в два с лишним раза меньших. Ученые предполагают, что причиной может быть испарение не водяного льда, а моно- и диоксида углерода, также присутствующих в хвосте и коме LD2.

Исследователи сделали вывод, что объект принадлежит к группе кентавров. Эти астероиды проявляют свойства комет, а обращаются по нестабильным вытянутым орбитам между Юпитером и Нептуном. Считается, что такой кентавр состоит из замерзшего углекислого и угарного газов – линии их конденсации как раз расположены между орбитами этих планет. Вода же замерзает ближе к Солнцу, между Юпитером и Марсом.

Чтобы попасть в плен, кентавр LD2 должен был выйти на орбиту Юпитера по очень специфической траектории. Болин говорит, что, скорее всего, около двух лет назад ее при сближении искажил Юпитер. Ученые рассчитали, что если кентавр уйдет из точки Лавгранжа, он очень быстро, примерно через два года снова может сблизиться с Юпитером, будет им выброшен и продолжит свое движение внутрь Солнечной системы. В ближайшие полмиллиарда лет это уход случится с вероятностью 90%. (*The Astronomical Journal*, 11 февраля 2021 года)

Выпуск подготовил
Александр Гурьянов



Александр Речкин

Иллюстрации Петра Перевезенцева

Торжество науки и разума?

Охватить неохватное и объять необъятное, чтобы заглянуть в далекое будущее человечества и представить, какие всходы дадут завтра технологические и социальные инновации сегодняшнего дня. Именно этим занимались лучшие исследователи завтрашнего дня на протяжении всего XX века, и именно над этим рассуждают их преемники сегодня.

Несколько примеров

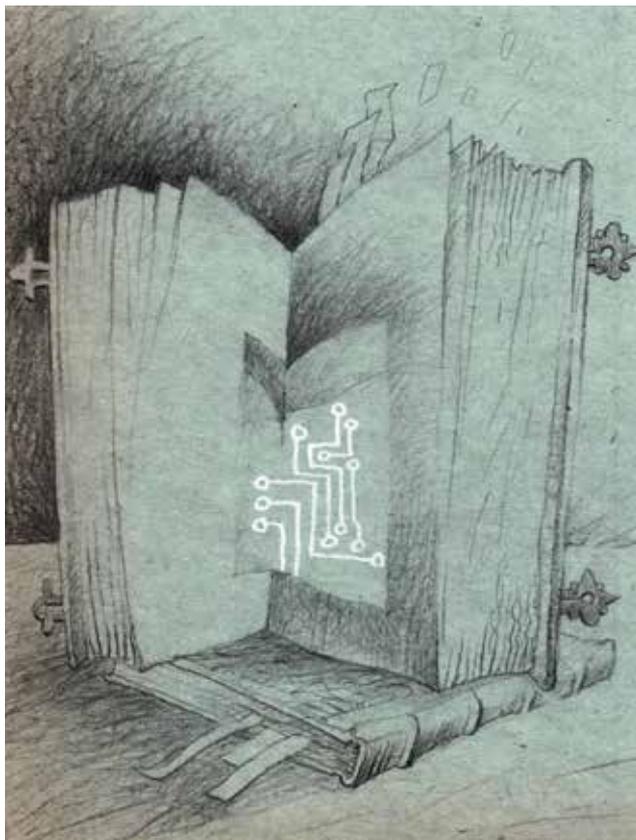
Есть такой популярный жанр — альтернативная история: берется реальная история и в ней что-то изменяется. Например — Александр Македонский не родился или Римская империя не пала. Истории будущего, которые конструировали авторы классической фантастики, сделаны иначе. Реальная история не изменяется, рассматривается только ее продолжение в будущее, иногда на века, иногда на тысячи веков.

В западной историографии считается, что термин «история будущего» придумал редактор журнала «Astounding Science Fiction» Джон Кемпбелл в 1941 году. Может быть, это и так, однако истории будущего создавались и до появления термина. Взять, к примеру, ставший классическим роман британского писателя Олафа Стэплдона «Последние и первые люди: история близлежащего и далекого будущего» (1930), в котором, как видно уже из названия, фантазия автора уносит читателя далеко вперед. Или «Машина

времени» (1895) Герберта Уэллса, разве это не история будущего? Пусть даже фрагментарная, но зато отправляющая читателя аж на 800 000 лет в грядущее. И даже «Откровение Иоанна Богослова» можно отнести к истории будущего. Желание знать, что с нами случится завтра, возникает из повседневного опыта — это мечта избежать ошибок и не совершить действий, которые приведут к катастрофическим последствиям локального и планетарного масштаба.

Историю будущего рисовали самые лучшие писатели Золотого века. Айзек Азимов, вдохновленный книгой «История упадка и разрушения Римской империи» Эдуарда Гиббона, заглянул в далекое будущее и изобразил в цикле «Основание» межзвездную Галактическую империю, построенную человечеством, ее упадок и новое возрождение. Конечно, в книгах Азимова нет многих привычных для нас вещей — от мобильного телефона до большого адронного коллайдера, зато есть космические корабли. В будущем Азимова цивилизация пошла не по пути айфонов, а по дороге Циолковского и Королева.

Другой значительный цикл, состоящий из романов, рассказов и повестей, — это «История будущего» Роберта Хайнлайна. Здесь путь человечества прослеживается с середины 1970-х годов до XXVII века. Хайнлайн взял за основу некоторые идеи Эдварда Беллами из книги «Через 100 лет» (1888), а затем развил их с помощью своей инженерной мысли. История человечества по Хайнлайну движется к покорению космического пространства, колонизации Луны и других планет, преодолевая почти средневековые времена религиозной диктатуры Инквизиции, наступившей в Америке (здесь Хайнлайн вдохновлялся идеями Марка Твена). В итоге люди научились замедлять жизненные процессы организма человека и достигли почти бессмертия.



Хайнлайн предвидел появление солнечных батарей, мобильных телефонов, бесконтактных сушилок для рук и многого другого.

Цикл произведений «Техническая история» Пола Андерсона более «скромен», нежели творения Азимова и Хайнлайна: он охватывает пять тысячелетий истории человечества. Все начинается совсем не радостно — с глобальной ядерной войны, разразившейся в конце 1950-х годов. Молодой и горячий Никсон спровоцировал ядерную войну в 1958-м, она чуть не стерла с лица планеты человеческую цивилизацию. Однако в 1970-х возник Психотехнический институт, который использует психодинамику (очень похожую на науку «психоисторию» у Азимова в «Основании»), чтобы влиять на политику правительств и общественное мнение, и чтобы направить общество на путь рациональности и интернационализма. И это дает плоды: начинается колонизация космоса, возникает мировое правительство, затем Солнечный союз, но на пути прогресса рано или поздно возникает множество проблем. Космические империи рушатся, образуются новые союзы и конгломерации; однако иного и нельзя ожидать от столь длительной истории.

Обзор истории будущего будет не полным, если не упомянуть роман с лаконичным названием «Город» (1952) Клиффорда Саймака. Это несколько практически отдельных повестей, рассказывающих о будущем. Сегодня они могут показаться наивными искушенному читателю, однако в них присутствует забавная носталь-

гическая (не забывайте, речь идет о будущем) нотка. Саймак голосом будущих обитателей Земли — эволюционирующих собак — излагает легенду о существовании под названием Человек и о месте его обитания — Городе. Легенда вращается вокруг семьи Вебстеров и их слуги-робота Дженкинса. Будущее выглядит весьма просто: городские агломерации пришли в упадок, люди потянулись в провинцию, разбрелись по частным домикам, перемещаются вертолетами, пищу выращивают с помощью гидропоники. Глобальной катастрофы не происходит, просто растет и крепнет изоляция людей друг от друга. Затем люди покидают Землю, на смену им приходят разумные муравьи и собаки. Человечество же частично вымирает, частично засыпает в анабиозе или мигрирует на Юпитер и принимает иные нематериальные формы жизни — у них нет ограничений человеческого тела. Сегодня, в эпоху пандемии коронавируса, история Саймака звучит особенно пикантно.

Прекрасное далеко

Советской фантастике сам бог, то есть вождь, велел изображать и представлять историю будущего. Ведь идеология коммунистической партии, по сути, проектировала «прекрасное далеко».

Наверное, самой выдающейся историей будущего можно считать литературный цикл «Мир Полудня» (1958—1986) Аркадия и Бориса Стругацких. Это летопись человечества с 1960-х годов до XXII века, и снова во главе угла космос и колонизация планет Солнечной системы. И хотя в будущем Стругацких наступила эпоха коммунизма, многие проблемы человечества не остались в прошлом, к тому же добавляются контакты с внеземными цивилизациями. Однако в «Мире Полудня» нет галактических империй и насильственной экспансии. Стругацкие не обошли стороной цифровые технологии и создание различных гаджетов. Так, в мире Полудня присутствует Большой Всепланетный Информаторий (БВИ), в котором нетрудно узнать Интернет. Развито производство искусственной пищи, есть и самодвижущиеся дороги, которые берут свое начало в произведениях Уэллса, а также упоминаются в целом ряде произведений известных фантастов. И конечно, одна из вершин транспорта будущего — Нуль-Т, разновидность телепортации, которая перебрасывает пользователя не только с места на место, но и, например, с Земли на Луну и обратно. Забавно, что в эпоху Дэна Симмонса «Песни Гипериона» (1983—1990) рассказано о подобной технологии с тем же названием.

Другую советскую вселенную будущего рисовали произведения Ивана Ефремова, которые обычно объединяют в цикл «Великое Кольцо» (1957—1969). Великое Кольцо — это сеть радиостанций, благодаря которым жители населенных планет в Галактике взаимодействуют друг с другом. Это не мгновенная связь, как Нуль-Т, но тоже великий шаг к взаимодействию в

космосе. В романах Ефремова воплощена в жизнь идея сверхчеловека в хорошем смысле: прекращены войны, поставлена на социалистические рельсы мировая экономика, коммунизм на Земле построен, однако история на этом не закончилась, ведь в некоторых частях Галактики до сих пор царят феодальные порядки.

Интересен процесс создания нового человека в будущем — дети растут и социализируются в системе общественного воспитания. Подобная концепция с интернатами существует и в мире Полудня Стругацких. Она может показаться безнравственной, но есть аргумент «за»: номенклатурная семейная клановость и отчасти взяточничество произрастают из желания пристроить деток на тепленькие места, дать им возможность начать карьеру с середины лестницы. Искоренить подобную коррупцию и обеспечить всем одинаковый старт возможно при условии общественного воспитания. Другой вариант — отсутствие института семьи с детьми, то есть родители не знают своих детей, а дети — родителей.

Прекрасные произведения о будущем для детей и их родителей создавал Кир Булычев. Это циклы про школьницу конца XXI века Алису Селезневу и доктора Владислава Павлыша. В многотомной «Алисиане» (1965—2003) перед нами предстает светлое будущее. Здесь так же, как в романах Ефремова, нет социальных проблем, исчезли деньги и наступил развитой социализм. По Булычеву, Москва конца нынешнего века с футуристическими домами, с парками и садами, в которых произрастают в том числе и пальмы, — прекрасное место для ребенка. В мире Алисы есть машина времени и космические полеты, есть и ожившие сказочные герои. И вся эта фантастика у Булычева получает почти научное обоснование. Произведения с главным героем, доктором Павлышем (начиная с романа «Последняя война» и до «Тринадцать лет пути», 1970—1984), рассказывают о приключениях в Солнечной системе и далеком космосе, здесь не обходится и без аккуратной (книга для детей) любовной линии, а также проблем с инопланетными формами жизни. В этом мире существуют не только космические корабли с экипажем, который погружен в анабиоз, но и налажена телепортация.

Советская фантастика преподносит будущее как прекрасное завтра, которое наступило на Земле, но еще не все проблемы решены в Галактике, поэтому следует нести свет прогресса и процветания во все самые отдаленные уголки мироздания.

Взгляд современников

В постсоветской фантастике, как и в общемировой, уже не создаются крупномасштабные истории-эпопеи будущего, кроме, пожалуй, цикла «Пространство» Джеймса Кори (с 2011 года), в котором человечество активно осваивает Солнечную систему. Чаще всего авторы ограничиваются одной книгой или несколькими

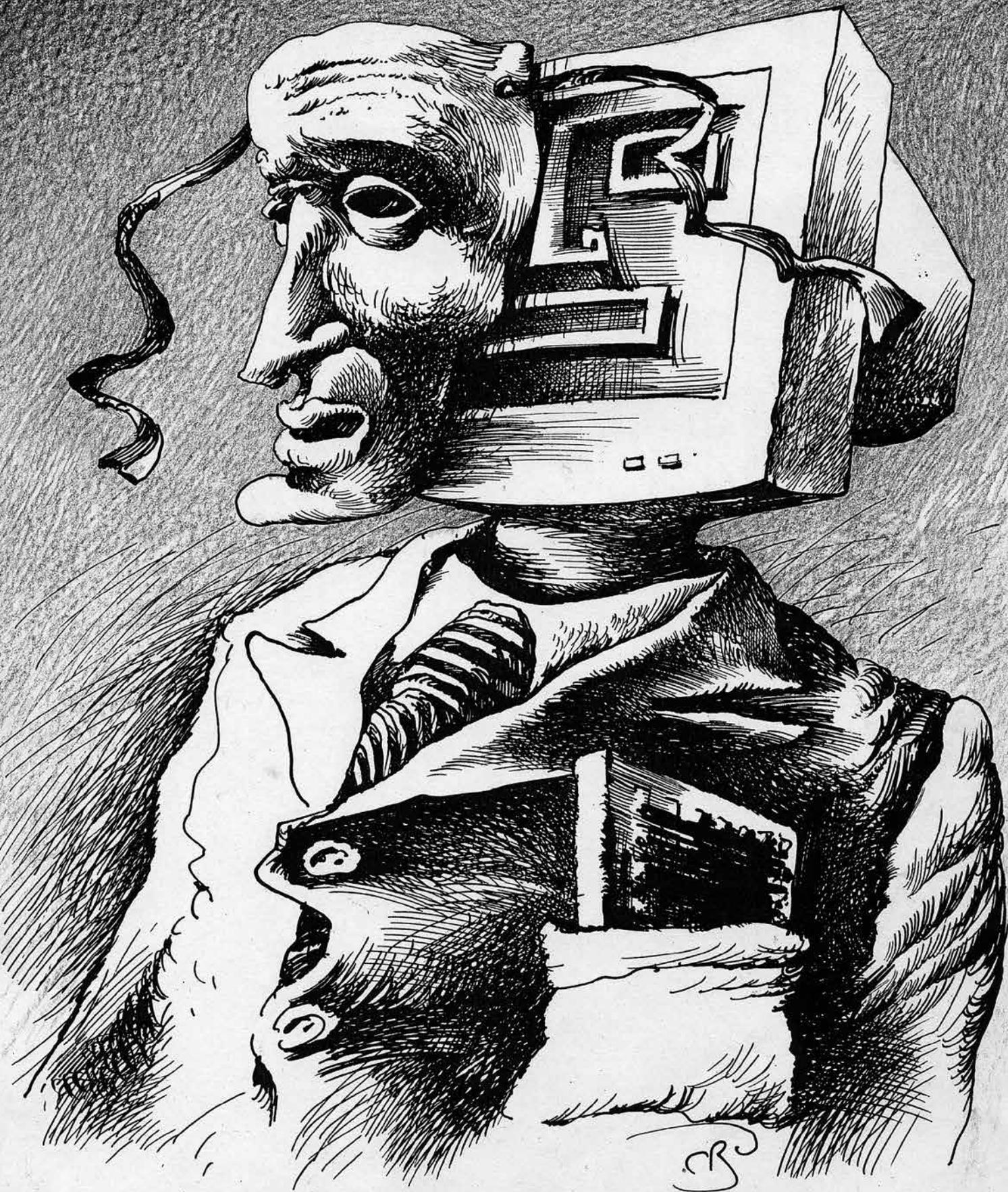
романами. Среди американских писателей стоит упомянуть Кима Стенли Робинсона, его трилогия «Марс» (1992—1996) и роман «Красная Луна» (2018) повествуют о колонизации Марса и Луны. Его же роман «Аврора» (2015) затрагивает тему ответственности перед человечеством экипажа космического звездолета, который отправили колонизировать одну из планет системы Тау Кита. Хотя экипаж, или, точнее, его потомки, на это путешествие не подписывались.

Интересное видение будущего предложил российский астрофизик и журналист Борис Евгеньевич Штерн в свежем романе «Феникс сапиенс» (2020). По Штерну, большая часть человечества, по сути, деградировала к XXII веку. Люди перестали читать, бумажные книги прекратили издавать, осталось крайне мало умельцев, которые могут даже костер разжечь без посторонней помощи, все сидят в новомодных гаджетах. И тут мощные вспышки на Солнце гасят всю технику и микроэлектронику. Паника, массовая гибель, и лишь крохотные группы рукастых и мыслящих людей спасаются в некоторых частях света, и история человечества начинается заново, но не приводит к очередной деградации. Почему? Ответ скрыт в романе. Другое великолепное произведение автора — «Ковчег 47 Либра» (2016). Как можно догадаться из названия, это рассказ о терраформировании планеты дальней звезды. Вот только Штерн, в отличие от многих других авторов, показывает, как колонизация могла бы произойти сегодня, на основе реальных технологий. И как она, скорее всего, произойдет в будущем.

Если рассуждать о жанрах, то «Феникс сапиенс» — скорее постапокалипсис. Впрочем, антиутопия и постапокалипсис — это тоже своего рода история будущего. Здесь нельзя не вспомнить целую вселенную книг, выросших из романов Дмитрия Глуховского «Метро», в которых действие разворачивается на уничтоженной ядерной войной Земле, где оставшиеся в живых люди укрылись в метро и совершают опасные, пусть и овеянные романтикой, вылазки на поверхность. Антиутопии, созданные в XX веке, начиная с «Мы» Евгения Замятина, через «О, дивный новый мир» Хаксли и к «1984» Оруэлла, это тоже история будущего, только в нуарных тонах, — это предвиденье того, что может произойти с человечеством, если власть попадет в руки безумцев.

* * *

Что же объединяет всех проектировщиков будущего? Можно ли сложить образ будущего из их книг? По всей видимости, да! Фантастика XX и начала XXI веков устремлена в космос, направлена на покорение Солнечной системы и межзвездные полеты. Общий лейтмотив всех этих произведений — главенство науки и разума, победа рациональности над национальным, религиозным, националистическим и гендерным идиотизмом. Мы надеемся, что так и случится.



CR

Алексей Притуляк

Иллюстрация Сергея Дергачева

Я люблю тебя, Мелани

Около часа пополудни небольшой крытый тентом грузовичок Kingo выехал за ворота строящегося участка в районе Довье и, загудев электродвигателем, двинулся в сторону шоссе. В кузове, схваченный тросами, застыл ящик, полный гвоздей, металлелома и битых бутылок. В куче этого хлама притихли полтора килограмма взрывчатки SuperB.

Отразив капотом по-августовски флегматичного солнечного зайца, автомобиль вывернул на большую дорогу и остановился на минуту — водитель копался с плеером, у которого опять отвалились плагини. Рухлядь!

Потом он высунулся в окно, чтобы окинуть взглядом ого-роженный глухим забором участок и покачать головой каким-то своим мыслям. Хмыкнул и двинулся в сторону города.

Это был самый обычный китайский грузовичок, какие сотнями снуют по улицам с утра до вечера, развозя товар по магазинчикам, лавчонкам и забегаловкам. Поэтому полицейский пост на въезде в город не обратил на него никакого внимания.

Мишель быстро определил, что это RADOS — специализированная операционная система реального времени. Программист и хакер с тринадцатилетним стажем, он уже сталкивался с такой штукой, но подобные системы никогда его особо не интересовали: они обычно используются там, где требуется контроль над кучей периферии; ничего интересного, пока не знаешь, что обслуживает операционка — полицейское управление, атомную электростанцию или испытательный полигон. Как бы то ни было, хорошо, что он заполучил в свое распоряжение машину на подобной системе — устойчивость, быстродействие и гибкость ему обеспечены.

Он проверил периферию. Похоже, к компьютеру были подключены пара мониторов и десяток каких-нибудь датчиков — неинтересно. Где-то, разумеется, есть сервер, собирающий информацию с клиентов, подобных этому. Выйти на него с такого клиента, пожалуй, нельзя, но Мишель всегда исходил из принципа «возможно все, пока не доказано обратное». Благо, в стандартной поставке RADOS имеется интерпретатор с языка Scheme.

Мишель набросал небольшую программку, которая подберет нужную комбинацию данных для обращения к серверу. Скрипту довольно быстро удалось нащупать нужную комбинацию и сформировать запрос. Сервер отозвался и разрешил доступ в локальную сеть. Легкость получения доступа убедила Мишеля в том, что его клиент — маловажная персона, никому и в голову не приходила необходимость защитить его от управления извне, а место его работы — не атомная электростанция и даже не захудалый полицейский участок, а что-нибудь вроде школы. Эдакий старый замученный Conrad-700 в кабинете физики или химии — бедолага, которому никакая защита не снилась и в самом сладком сне и чья жизнь закончится во время показа очередного химического фокуса десятку вундеркиндов, когда он засбоит и перепутает водород с кислородом...

Но нет, похоже, это не школа, а что-то более серьезное, судя по размаху локальной сети, которую ему не удалось охватить одним взглядом. Тем не менее наладчиков системы ее внутренняя безопасность, кажется, не волновала. Как будто никакая секретная информация не обращалась в этих потоках битов; не скрывались в океане байтов замаскированные рифы баз данных, на его дне не хранили свои тайны затонувшие корабли секретных депеш, не сторожили их диковинные монстры глубин в виде защитных модулей, не сиял во тьме одинокий маяк супервайзера. И это хорошо.

А главное, у сервера был выход в глобальную сеть, во внешний мир. А когда есть выход, что еще нужно! Мурлыча «Братец Жак», он толкнул эту дверь.

Женевьева выключила компьютер. Подошла к окну и долго смотрела на улицу, на дома напротив, редких прохожих, летнее кафе на углу Камю. Вздохнула, отхлебнула давно остывшего кофе, поморщилась.

День выдался хороший, теплый августовский день. Скоро придет сентябрь, еще немного побалуует солнцем, а потом зарядят дожди по неделе, и с моря будет дуть промозглый ветер.

— Мелани, — окликнула она, — ты не забыла, что мы должны ехать?

— Не забыла, мамочка, — отозвался жизнерадостный голосок. — Я уже иду.

Шесть лет, господи, ей уже шесть лет! Или еще только шесть? Ну это как посмотреть. Это как со стаканом, который то ли наполовину пуст, то ли наполовину полон.

Что же делать, как жить дальше? Нет, она не ропщет, не жалуется — что толку жаловаться... Разумеется, она положит жизнь на то, чтобы Мелани выросла из нежной веселой попрыгуньи в разумную, приспособленную к этому непростому миру взрослую женщину, но... Ах, Мишель, Мишель, как ты мог?!

— Готова? — улыбнулась она навстречу дочери.

— Мама, а можно, я расскажу Пьеру про Мюэтту?

— Пьеру? Пьер — это?..

— Ну ты же помнишь, мамочка, не притворяйся! — возмутилась Мелани.

— Ах, Пьер! — улыбнулась Женевьева. — Ну конечно, помню. Только давай поговорим об этом, когда вернемся, хорошо?

- Ага.
- Как ты сказала?
- Да.

Когда дочка устроилась на заднем сиденье их маленькой машины, Женевьева проследила за тем, чтобы она хорошенько пристегнула ремень. Потом посмотрела на себя в зеркало заднего вида. И надела черные очки.

— Ну ладно, поехали, детка... Сначала где-нибудь перекусим.

Водитель Kingo прикурил сигарету и глубоко, с удовольствием затянулся. Смотри, как разошелся день! А ведь утро не предвещало ничего подобного, обычное пыльное утро. Но потом этот звонок... Двести франков за полтора часа работы — нормально, а? Нормально, ребята, очень даже ничего!

Шумно и со вкусом выпустив из легких дым, чувствуя, как жизнерадостно зачастило сердце, он увеличил звук в проигрывателе и прибавил газу. Теперь до города он будет ехать по прямой. Домчит в мгновение ока, под свой любимый Deer Purple. Заказчик с денежками будет ждать в кафе напротив «Этуаль». Если не будет, надо постоять, он подъедет самое позднее в четверть третьего. И привезет две сотни...

Жизнь хороша, ребята! Ух, насколько она бывает хороша!

Базу данных своего провайдера он взломал давно, еще когда искал того идиота, что изводил Женевьеву похабными письмами. Теперь ему надо было лишь найти в базе Мелани и подключиться к порту, на котором сидел управляющий бот. Нет, он, конечно, не следил исподтишка за дочерью, глупости, но он должен быть на всякий случай уверен, что всегда получит доступ к ее компьютеру в случае необходимости.

Бот отозвался на запрос, предоставил Мишелю права администратора, показал системные тесты, открыл доступ к аудио-видео. И он вдруг увидел лицо дочери. Мелани смотрела прямо на него. Разумеется, она смотрела не на него, а в видеокamera, но от неожиданности он чуть не вздрогнул.

— ... однако король Жан-Луи не узнал об этом, потому что заболел и ушел лечиться, — услышал он конец фразы. Наверное, дочка общалась с кем-то. Или делала запись для видеоблога. В свои шесть лет она много чего могла и хотела сказать миру... Этот человек...

Мишель улыбнулся, чувствуя, как щемит сердце от нежности.

— Мелани, — услышал он голос жены из другой комнаты, — ты не забыла, что мы должны ехать?

— Не забыла, мамочка, — отозвалась дочь. — Я уже иду.

Она закрыла окно записи и устремила к выходу. Остановилась на минуточку перед зеркалом, чтобы пробежаться щеткой по волосам и с комично-взрослой женской серьезностью оглядеть свое отражение. Потом, прежде чем Мишель успел взять управление видеовыводом, вернулась к компьютеру и коснулась сенсора «сна». Изображение пропало, исчезло соединение.

Ладно, хорошо, можно попробовать зайти на компьютер жены. Но там он не ставил своего бота и самолично настраивал защиту, так что все, что он сможет получить, — это пару пинков под зад.

На то, чтобы найти в базе данных Женевьеву, ушло несколько секунд. Ее компьютер был не в Сети. Ну разумеется, жена его — человек ответственный, она не оставит железяку включенной, если отправляется дальше входной двери. Ну а в кого Мелани, я вас спрашиваю?

Зато в Сети был другой, странным образом имевший в базе данных тот же самый ID, что и компьютер Женевьевы... И что бы это значило?.. А это значит, что некто выходит в Сеть так, чтобы об этом не знали. Или это кто-то из работников компании тайно выделяет родственнику линию, бесплатную, разумеется. Или еще что-нибудь, но в любом случае это нехорошо. Однако это не его, не Мишеля, дело, верно?..

Зависит от точки зрения...

Он скачал из своего облака любимый сниффер, перехватил последний пакет данных, отправленный скрытым компьютером в Сеть. Когда немного погодя на выходе появился файл дешифровки, он открыл его и присвистнул. Текст состоял из червячков и закорючек арабской вязи.

Переводчик разобрался с посланием немного по-своему, конечно, но в целом понятно: «Все сделано, брат. Машина сейчас поехать и там синий шатер занесение «Гала». 14:00 улица Медлин 42 подтвердить следует (непереведенные закорючки) их постигнет. Бог на все милостивый, брат, радость мне!»

«Медлин» — это Мадлен, надо полагать. Улица, которая... Так, а где эта улица? Где-то же рядом с домом.

Он открыл карту, нашел улицу Мадлен. Нет, не рядом, но и не так далеко — в шести перекрестках от его дома на запад. Не самая значительная улица, и под номером 42 ничего особенного — арена «Этуаль». Ну и чему же так радуется неведомый отправитель? Что его братишка успеет на концерт классической музыки? Или что у нас там сегодня в «Этуаль»?..

Интернет-афиша сообщила, что сегодня в «Этуаль» состоится митинг и траурные мероприятия, посвященные Дню поминовения жертв терроризма. Вот как... Братья хотят помянуть погибших в терактах? В это слабо верится. Так чего же они хотят?

Мишель отыскал в базе хост, которому «брат» отправлял пакет, и передал его данные геолокатору. Выяснилось, что компьютер расположен где-то в Довье — южный пригород, район нежилой, в основном склады, мелкие заводики, подстанция. Просканировал его порты. Один из них прослушивался какой-то службой. На запрос служба выдала подпись операционной системы, в среде которой вертелась. Бог ты мой! Это была версия Linux образца шестидесятилетней давности, а служба представилась как DTH. Если только это не уловка, конечно, ведь как дешево и сердито: в мире, где все давно вертится на монстрах вроде HeliOS и Dignity, походи найди человека, который знал бы уязвимости, имевшиеся в подобном раритете! Мишелю они тоже были неведомы. Но он, разумеется, знал, где искать информацию, а потому снарядил поискового робота.

Найденный роботом взломщик отработал быстро — он раскачал DTH, подобрал ключ, получил права администратора. Тогда Мишель поставил на хост своего бота, подключился к открытому им порту и принялся копаться в файловой системе.

Файлы, хранящиеся на диске, были бы крайне интересны спецслужбам: вот бородатые люди в черном что-то

взрывают, вот они казнят заложников, произносят речи и лозунги на арабском, обстреливают полицейские посты...

Он снова открыл карту. Куда бы ни поехала Женевьева, но, если она направляется в центр, ей не миновать улицы Мадлен. На часах сервера 13:12. Надо успеть до двух.

Он прошелся по карте до западного конца Мадлен. Выяснил, что из южных пригородов на нее можно попасть только с Гонкур или с Рю-де-Кавайон. Коль скоро машина едет из Довье, то вряд ли она отправится на Кавайон — это лишний крюк плюс мост, перед которым вечная пробка. Значит, остается Гонкур. Они не должны доехать до перекрестка у Мадлен, не должны! И Мишель уже знал, как их остановить.

Он принялся высчитывать кратчайший маршрут от Довье до Гонкур, прикидывая, в каком месте можно было бы затормозить повозку смерти. Определившись, закрыл карту и отправился в городскую подсеть.

С оператором связи пришлось повозиться. Но в конце концов он добился от него правды. Послать сообщение на номер Женевьевы было делом техники: «Жени, не езжай по улице Мадлен! В два часа там будет теракт. Целую. Мишель». Это на всякий случай. Если ему не удастся остановить смерть.

Водитель грузовичка Kingo под синим тентом с белым росчерком «Gala» на боку остановился у летнего кафе на Сен-Мартен. В график он укладывается, так что выпить чашку эспрессо и съесть гамбургер сам бог велел.

Когда он вернулся к грузовику, рядом стояла полицейская машина. Сержант присел у заднего колеса и заглядывал под кузов.

— Ваша машина, мсье? — спросил он, когда водитель с недоодеанным бутербродом в руке подошел и встал рядом.

— Моя.

— А собака?

— Чего?

— Собака тоже ваша?

Водитель опустил на корточки рядом с полицейским и увидел белую псину, лежащую под задним мостом.

— Привет, парень, — сказал он псу. И полицейскому: — Нет, это не мой.

— Вы могли его задавить.

Шофер пожал плечами. Потом присвистнул и поманил собаку бутербродом. Белый пес недоверчиво вильнул хвостом и, прижав уши, стал выбираться из-под машины на запах котлеты.

— Порядок, — сказал шофер, наблюдая, как дворняга управляется с бутербродом.

— Счастливого пути, — кивнул сержант.

Телефон Женевьевы брякнул, подавая из сумочки сигнал о прибытии сообщения. Но она как раз посылала проклятия на голову какого-то лихача, подрезавшего ее за минуту до поворота, и потому не услышала призыва. А Мелани задремала.

Как и следовало ожидать, в сети муниципалитета над защитой потрудились хорошо. Но, даст бог, не настолько хорошо, чтобы остановить его «Скворца», как он назвал собственноручно написанный взломщик. Почему «Скворец»? Да потому что... Черт, нет, правда, а

почему «Скворец»? Он не помнил. Забыл начисто и только чувствовал, знал, что с этим связано что-то очень близкое и забавное. Скворец... Скворец... Ладно, к черту, потом.

Когда защитные бастионы сети муниципалитета дрогнули и пали, Мишель удовлетворенно вздохнул. Теперь — в подсеть дорожно-транспортного управления. Только бы успеть до двух!

Здесь «Скворец» работал медленно, непозволительно медленно. Сеть была большой, а защита, видимо, серьезной, и взломщику не хватало системных ресурсов. Мишель отключил еще пару процессов, не столь существенных для него сейчас, заблокировал обработку видео. И все равно, чертовски медленно шло дело. 13:34 на часах сервера. Времени остается совсем мало.

Нужно бы отключить в клиенте еще вот эту штуку — процесс, имевший повышенный приоритет и отъедавший львиную долю ресурсов. Мишель не знал и даже предположить не мог, что там висит на этом порту такое важное, но нагрузка на процессор от него шла столь мощная, что бедняга едва не дымился. Мишель не сомневался, что именно через интерфейс этой непонятной штуки он проник в компьютер и что отключать ее вряд ли разумно. У него было железное правило: всегда выходи через ту дверь, в которую вошел. Даже если ты вломился через дымоход камина, будь любезен, удались тем же путем. И не забудь прибраться за собой!

Но ничего не поделаешь, сейчас этим правилом придется пренебречь.

После того как он, заменив обработчики прерываний заглушками, наконец изолировал процесс, что-то изменилось. Он не мог бы сказать, что именно, но... словно между ним и миром опустилось мутное стекло. Будто что-то в нем самом отключилось, изменив образ бытия. Если бы он не был жив, то решил бы, что умер. Будто осталась голая душа, без привычного каркаса из мяса и костей. Подобное ощущение бывало, если просидеть сутки за терминалом, всюю изматывая мозги.

Он проверил интерфейсы — все продолжало исправно работать. За исключением той штуки, конечно. Ладно, сейчас не до мелочей. Если бы еще так не кружилась голова...

Освобожденные ресурсы были тут же брошены в бой. Пока взломщик пытался разобрать по байтам защиту дорожно-транспортного управления, Мишель искал вход в ближайший к «Этуаль» полицейский участок. Как ни странно, это оказалось проще, и буквально через пять минут он получил права администратора на одном из клиентов 3-го участка городской жандармерии.

Потом и «Скворец» пропел ему свою радостную песнь: готово! готово!

Войдя в систему ДТУ, он первым делом нашел управление сетью светофоров и камер слежения, развешанных чуть не на каждом столбе. Работы было много.

Он переключался с камеры на камеру в районе от Мадлен до южных окраин, выхватывая на мгновение план очередной улицы и, не найдя в потоке машин синего тента, переходил к следующей. Он настолько ушел в работу, что перестал следить за временем и не знал, сколько его минуло, когда наконец увидел цель. Мишель не сомневался, что это был именно он: маленький китайский грузовичок под синим тентом с белой надписью «Gala» бежал по улице Жиронн

к перекрестку с Гонкур. Мишель переключил светофор на перекрестке в режим «красный» для поворота на Гонкур. Перешел на полицейский участок, перехватил управление настенным монитором, показывавшим виды улиц и площадей с двух десятков видеокамер. Наверное, полицейские были немного удивлены, когда узрели вместо привычной картины горящую надпись во всю стену: «14:00 теракт в «Этуаль» ул. Мадлен. Террорист — грузовик номер GH230XT синий тент Gala стоит на светофоре Жиронн-Гонкур».

Если полицейские не будут слишком долго недоумевать, то уложатся минут в восемь — десять.

Д а чтоб тебя! — сказал шофер Kingo через две минуты, видя, что желтый и не думает загораться.

Еще через пять минут некоторые водители принялись сигналить. Какого черта? Что они делают? Кому они шлют свои вопли возмущения? Идиоты!

Иные отчаявшиеся трогались с места и потихоньку, опасливо приближались к перекрестку. Но в последний момент нервы у них сдавали, и они останавливались. А те, кому безостановочно горел зеленый, проносились, счастливы, и, кажется, смотрели на бедолагу с издевкой.

Если он не успеет к заказчику, пеняйте на себя! Плевать он хотел на ваши правила и законы, когда на кону две сотни, понятно? Засуньте ваши светофоры себе... будет цветомузыка.

Когда из улицы Гонкур на перекресток вывернула целая вереница полицейских машин, он удивленно хмыкнул, гадая, какая связь между неполадкой в светофоре и этим представлением.

М ишель не обнаружил машину Женестьева на улице Мадлен. Менял ракурсы и так и этак — ничего. Значит, она вернулась домой, получив его сообщение?

Отыскал камеру, что висела неподалеку от их дома. Видно было плохо, но дом явно выглядел закрытым. Проверил компьютер Мелани — он был выключен. Значит, дома их нет, потому что первое, что делает дочка, вернувшись, — тычет пальчиком в сенсор включения железки.

Тогда он отправился по цепочке видеокамер, переходя с улицы на улицу по пути возможного следования Женестьева. Если бы он знал, куда она отправилась, было бы проще. Беспokoиться в общем-то было не о чем — теракт на Мадлен не состоялся, — но что-то не давало ему покоя.

И наконец, час-полтора спустя, он увидел их. Машина Женестьева стояла у одного из корпусов больницы Маншо. Он совершенно случайно заметил ее, когда уже собрался переключиться на следующий план.

Странно. Зачем они приехали в больницу? Что-нибудь случилось? Что-нибудь с Мелани?

Порыскав по сети муниципалитета, он отыскал сектор больницы, пробрался через брандмауэр и смог войти в систему видеонаблюдения.

Он быстро переключался с камеры на камеру: зал ожидания.. какой-то кабинет... подсобные помещения... пост охраны... коридор... еще коридор... снова коридор... Сколько же тут коридоров!.. Столовая... коридор... Зал отдыха... Коридор...

Вот они! Мелани, держась за руку Женестьева, сидела рядом и с детским любопытством оглядывала белые стены, кушетки, гулявших больных, встречающих медсестер. Жена не поворачивала головы, целеустремленно шагая вперед и, кажется, совсем забыв о дочери. Женестьева женщина... серьезная, скажем так. Иногда он сам не решался лишний раз подойти к ней с каким-нибудь пустяком, а уж если бывал виноват...

Дойдя почти до конца коридора, они повернули в одну из палат. Теперь он не мог их видеть и стал торопливо перебирать видеоточки в поисках нужного плана. Это заняло прилично времени, потому что палат в этом корпусе было больше сотни. Наконец он нашел нужную камеру.

Женестьева и Мелани были там. К ним успел присоединиться человек в белом халате. Интересно, зачем или к кому они пришли?

Он стал плавно менять фокус.

Палата.

Столик... Кушетка... Аппаратура... Кровать, тело на кровати... Ближе...

Ах вот оно что!.. Но... Нет, не может быть! Это сон.

З дравствуй, папочка, — прошептала Мелани, коснувшись белой, как больничная стена, руки Мишеля, что вытянулась поверх покрывала, холодная, как рыба, безжизненная, как и все остальное. — Ты не надумал проснуться? Помнишь, мы договаривались?

Женестьева, усилием железной воли сдерживая слезы, погладила дочь по голове. Наклонилась к мужу, поцеловала уголок бескровных губ. «Милый...» — прошептала она и хотела что-то добавить, то, о чем подумалось по дороге... но слов не было, все слова куда-то подевались.

Случившееся перечеркнуло их с Мишелем жизнь, сделало его исковерканным обломком человека, а ее — вдовой при живом пока, но таком ужасно неживом муже. А ведь их жизнь только начиналась! Да, после рождения Мелани они немного... отдалились друг от друга. Странно, но так бывает. Кого-то рождение детей сближает, кого-то — наоборот.

«Но все равно, ты не имел права попадать в эту аварию, не имел! Ты был наш, ты должен принадлежать мне и Мелани, а не этой... койке, укравшей тебя... на сколько?.. Только бы не навсегда!»

Его брату, вместе с которым они ехали, Жаку, прозванному Скворцом за черный курчавый волос, длинный нос, веселость, пронырливость и умение копировать голоса, повезло еще меньше. Или больше?.. Тоже как посмотреть...

Вошел доктор. Это был не лечащий врач Мишеля, какой-то другой. Она видела его пару раз мельком — холерный, ухоженный, с быстрым взглядом и черными как смоль волосами, наверняка крашеными.

— Доктор Бланшар, — представился он. — Жюль Бланшар. Я должен кое-что сообщить вам, мадам... э-э... мадам Мерсье.

Женестьева кивнула, исподволь разглядывая доктора. Ей нравились ухоженные мужчины, они невольно вызывали

у нее доверие и помогли обрести чувство уверенности в себе, но в докторе было что-то непрочное, поверхностное. Быть может, это обманчивое впечатление. Да, скорей всего.

— Хм... — Доктор, кажется, не знал, как начать. — Хм... Вы помните, мадам, вчера вашему мужу была сделана операция... имплантирован микрочип...

— Все хорошо? — спросила Женевьева.

Что он тянет? Хорошие новости так не сообщают.

— Э... боюсь, не совсем так, мадам. Вашему мужу был имплантирован чип, призванный восстановить разрушенные нейронные связи в мозгу больного, изолировать его личность от травмирующих воспоминаний, видоизменить осознание им себя и... послужить как бы...

— Но он не послужил? — снова перебила Женевьева. Она знала, что с мужчинами нельзя быть напористой и обрывать их речь на полуслове, но ничего не могла с собой поделывать. Ну а что он мяллит?! — Мишель, он... Ему хуже?

— Быть может, вашу очаровательную девочку отправить пока в детскую комнату? Там она сможет поиграть с...

— Нет необходимости, — отрезала Женевьева.

— А... — опешил доктор. — Да, понимаю.

— Мишелю хуже? — повторила она свой вопрос.

— Я очень сожалею, мадам, — проговорил доктор. — Мы сделали все, что в наших силах, но... сегодня, во втором часу дня, по какой-то причине связь между компьютерной системой и чипом, вживленным в мозг больного, была разорвана, управление потеряно и...

— То есть вы хотите сказать, что имеет место техническая ошибка, не врачебная?

— Это абсолютно точно не врачебная ошибка, мадам. — В глазах доктора мелькнула обида, но он быстро ее спрятал. Какое право он имел обижаться на женщину, которой принес такие вести. — Но мы не верим и в техническую неполадку. Компьютеры крайне надежны, они подстраховывают друг друга, специализированный персонал ежедневно тестирует систему. Комплекс стабильно работает уже более двадцати лет, за это время не зарегистрировано ни одного случая отказа или сбоя. Я говорю о всей стране, а не только о нашей больнице. Ни единого сбоя за двадцать лет! И когда произошло отключение некоторых функций чипа, система не подала сигнала тревоги. Все это весьма странно, непостижимо... Я очень сожалею, мадам, поверьте, но это какая-то нелепая случайность. Предстоит длительная работа экспертов с целью выяснения причин. Для нас это тоже удар.

— Да, наверное.

— Мадам...

— Значит... — Женевьева покосилась на Мелани, но дочь, кажется, совершенно не интересовал их взрослый непонятный разговор, она смотрела на Мишеля и что-то нашептывала — быть может, повторяла стишок, заданный ей назавтра, который никак не хотел запоминаться.

И все же фразу Женевьева закончила почти шепотом, приблизив лицо к пахнущему душистым мылом лицу доктора:

— Значит, он умрет?

— Кажется, вы не понимаете, — так же тихо ответил тот. — Дело в том, что биологическая смерть организма —

это лишь окончательная точка. Важно то, что перестал работать мозг. Мозг умер, а номинальное функционирование организма продолжается благодаря системе жизнеобеспечения.

Она посмотрела на то, что было когда-то ее мужем, ее надежным, добрым, жизнелюбивым Мишелем, а теперь стало просто телом с неисправным чипом в голове. Неподвижным телом, по сути уже мертвым. Мозг умер... Значит, человек — это всего лишь мозг? Нет мозга — нет человека? Значит, его любовь к ним — это только случайное сочетание нейронов, токов, клеток серого вещества?.. А как же душа?

— Мадам, я должен... э-э... — Доктор отводил глаза, зачем-то пожимал плечами и нервно двигал руками, совершая бессмысленные жесты — почесывал нос, поправлял безупречную прическу, одергивал халат. — Я должен, мадам, предложить вам подписать согласие... Разумеется, вы можете отказаться, но...

— Согласие?

— На отключение вашего супруга от системы жизнеобеспечения. Таковы правила, мадам и... такова печальная необходимость, поймите. Не сейчас, нет... После того как комиссия закончит подготовку документов, официально зафиксирует факт смерти... Нет смысла поддерживать жизнь тела, когда мозг... Это было бы глумлением, мадам. Надежды нет и...

— Надежды нет?

— Увы, мадам. Поверьте, если бы оставалась хоть какая-то, пусть эфемерная, надежда... По сути, ваш супруг сейчас... он уже не живет — это просто организм, который продолжает функционировать: бьется сердце, работает пищеварительная система, растут волосы, но...

— Я поняла.

— Увы, мадам. Простите. Я знаю, это жестоко, но... Вы не могли бы зайти завтра, чтобы исполнить все формальности? Вы, безусловно, сможете попрощаться и...

— Завтра?.. Завтра... Да, хорошо. — Ее вдруг придавила бесконечная растерянность. Вот она, черта — проведена; все надежды остались по ту сторону, а по эту... только холод и пустота. Завтра. Мишеля добьют завтра.

Женевьева кивнула. Кивнула еще раз. Потом чему-то улыбнулась. Доктор нахмурился — кажется, он опасался за ее разум.

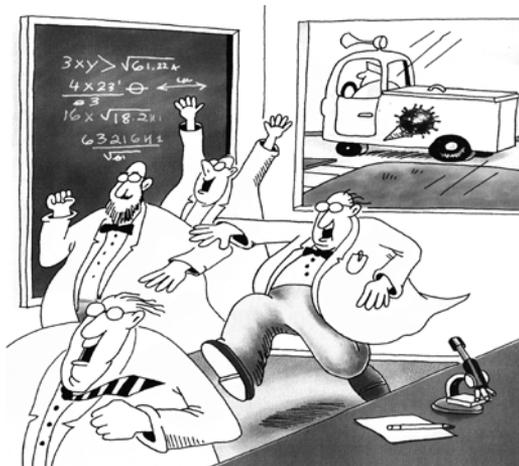
— Да, доктор, завтра, — сказала она, бросила последний взгляд на мужа, повернулась и пошла к выходу — прямая, непреклонная, непостижимая.

— Мама!

Она нервно обернулась.

Мелани с широко раскрытыми глазами указывала в сторону кровати. Женевьева проследила за пальцем дочери. Что? Ничего не измени...

Палец девочки указывал на монитор у кровати Мишеля, тот, где еще минуту назад мелькали разноцветные цифры, диаграммы и шкалы. Теперь экран был черен. Осталось только пульсирующее сердце в углу — то, что показывало частоту сердцебиения. Оно мерцало, билось и увеличивалось, увеличивалось, словно решило заполнить все пространство экрана. А посередине радужно переливалась надпись: «Я люблю тебя, Мелани!»



художник Гарри Ларсон

Короткие заметки

Разговор в кризис

Люди бывалые говорят, что нет ничего более пугающего, чем бегущий генерал. Потому что раз уж начальство паникует, значит, дело точно труба. Но еще хуже, когда начальство делает вид, что ничего страшного не происходит, и произносит магическую фразу «мы контролируем ситуацию». Как правило, так поступают для того, чтобы предотвратить панику, однако порой результат оказывается прямо противоположным. И тогда у властей для успокоения общества остается лишь один способ — нагнать страху. Все это можно было наблюдать год назад по мере развития первой волны пандемии КОВИД-19.

И все же наблюдение наблюдению рознь. Кто-то просто сетовал на трудности жизни в изоляции, а кто-то собирал объективные данные — сколь трудно и что делать. Например, датские социологи из Орхусского университета (*British Journal of Health Psychology*, 24 марта 2021 года) во главе с Михаэлем Банг Петерсеном по горячим следам, то есть с марта по май 2020 года, опросили более 24 тысяч жителей Дании, Франции, Венгрии, Италии, Швеции, ФРГ и США с тем, чтобы выяснить, как люди борются с вирусом: придерживаются социальной дистанции (на языке психологов это называется избегание) или предпринимают защитные действия вроде частого мытья рук (предохранение по той же терминологии). А главное, что их мотивирует поступать именно так: избегать или предохраняться. При этом людей разделили на две группы — тех, кто проявляет беспокойство по поводу вируса, и тех, кого вирус не волнует.

Тут-то и выяснилось, что главное — уверенность человека в собственной эффективности: если он считает, что хорошо информирован об угрозе, способах борьбы с ней, то не важно, опасается он вируса или нет. В любом случае такой человек станет соблюдать все меры предосторожности. А вот если такой уверенности нет, если человек не владеет информацией, то, как и следовало ожидать, опасющийся человек станет сторониться других людей и мыть руки, а не опасющийся никаких мер предпринимать не будет.

Аналогично работает и вера в институты власти — если она есть, люди независимо от степени озабоченности станут предпринимать необходимые меры. И уж совсем никак не помогает мерам безопасности доверие к другим людям. Более того, чем его уровень у человека выше, тем меньше тот он склонен предохраняться: в самом деле, трудно ожидать, что опасен тот, кому ты доверяешь.

Отсюда следует, что люди в большинстве своем — существа разумные. С ними надо общаться, рассказывать о реальном положении дел и о мерах, которые надлежит предпринимать в сложившейся ситуации. Именно этого люди ждут от властей. Такое уважительное отношение гораздо лучше показного игнорирования угрозы с последующим запугиванием. К сожалению, во время первой волны пандемии власти многих стран пошли именно вторым путем, чем вызвали широкий протест. Последствия мы наблюдаем в виде третьей волны.

А. Мотыляев

Пишут, что...

...многочисленные и активно поющие зяблики подавляют пение других видов, но трели одинокого зяблика, напротив, провоцируют соседей на музыкальные выступления, свидетельствуя в пользу коммуникативного взаимодействия между птицами, благодаря которому, вероятно, поддерживается структура поселения («Доклады Российской академии наук. Науки о жизни», 2021, 497, 1, 152—155)...

...число близнецов увеличилось на треть с 80-х годов прошлого столетия — с 9 до 12 пар на 1000 родов; сейчас каждый год на свет появляется 1,6 млн пар («Human Reproduction», 2021, 12 марта)...

...обработанные салициловой кислотой проростки огурца более стойко переносят холода — у них энергичнее работают антиоксидантные ферменты и ниже уровень окислительного стресса («Физиология растений», 2021, 68, 3, 289—296)...

...зимой и весной 2020 г. впервые за 42 года наблюдений зафиксировано беспрецедентное по продолжительности — 4 месяца — и глубине разрушение стратосферного озона над Арктикой, сопоставимое с антарктической озоновой дырой («Исследование Земли из космоса», 2021, 1, 41—52)...

...неглубокий дневной сон улучшает распознавание трудноразличимых звуков, пробуждение из глубокого — вызывает инерцию сна, которая негативно сказывается на их восприятии и реакции на них («Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова», 2021, 71, 1, 72—85)...

... в грядущие полвека персональные электронные отпугиватели акул могут защитить от нападения этих хищников у берегов Австралии более тысячи купальщиков (именно столько должны пострадать по прогнозу статистики) при условии поголовного их использования всеми любителями поплавать («Royal Society Open Science», 2021, 8, 3)...

...в древности менструальный цикл и репродуктивное поведение были синхронизированы с Луной — ее яркостью и/или гравитацией, но с появлением искусственного освещения эта синхронизация нарушилась («Science Advances», 2021, 7, 5)...

...стоит с большей тщательностью интерпретировать результаты патолого-анатомических исследований тканей мозга — экспрессия генов глиальными клетками нарастает в течение как минимум суток после смерти («Scientific Reports», 2021, 11)...

...добавление в рацион крупного рогатого скота красных водорослей *Asparagopsis taxiformis* существенно уменьшает выделение животными метана при сохранении качества мяса («Plos One», 2021, 17 марта)...

...с XVII века в Англии для юридических документов предпочитали использовать пергамент из овечьей кожи, поскольку он гарантировал защиту от мошенников — структура овечьей кожи делала видимыми любые попытки внести в документ правки («Heritage Science», 2021, 9)...

художник Сергей Тонгги



Короткие заметки

Живая память

Проблема хранения все увеличивающегося массива информации мало волнует общество, которое со скоростью геометрической прогрессии плодит твиты, посты, выкладывает фото, видео, мемаки и прочие комменты во всевозможных сетевых приложениях. А вот специалисты задумываются — что со всем этим делать. Ведь во вполне обозримом будущем на обслуживание этой информации потребуются все энергоресурсы человечества, а ее вес окажется сравнимым с весом Земли (см. «Химию и жизнь», 2020, 8). Один из способов отдалить катастрофу — использовать более плотные носители информации. И тут биологические объекты, оказывается, дают большую фору косной материи.

В самом деле, все посты Фейсбука, 300 петабайт на нынешний момент, окажутся вполнину меньше макового зерна. Предполагается, что человечество в 2025 году будет производить 33 зеттабайта информации (число с 21-м нулем) в год. Так вот, весь этот объем окажется не больше шарика от пинг-понга.

Как же записывать информацию в ДНК? В принципе, так же, как на магнитный носитель, только вместо двух цифр, 0 и 1, используют четыре. Вопрос в том, как быстро записывать и извлекать информацию, а главное — исправлять ошибки. Над разработкой соответствующего инструментария работают американские специалисты во главе с инженерами из Лос-Аламосской национальной лаборатории Минэнерго США (агентство «NewsWise», 1 апреля 2021 года). И к 1 ноября 2021 года они собираются представить первый вариант транслятора, который позволит записывать и считывать информацию, закодированную последовательностями нуклеотидов.

Конечно, присоединение нового нуклеотида — процесс гораздо более долгий, чем изменение ориентации поля в магнитном домене, как это происходит на магнитном диске. Однако есть способ с этим справиться — сделать процесс параллельным, то есть переводить потоки данных одновременно на миллионы нуклеотидных нитей. Гораздо больший вопрос вызывает механизм исправления ошибок, ведь при записи информации неизбежно какие-то буквы будут теряться, а какие-то ошибочно добавляться по нескольку раз. В организме с ошибками борется весьма сложная внутриклеточная машина. Человек же вынужден придумывать хитрые алгоритмы.

Ближайшая цель проекта: обеспечить в течение суток запись 1 терабайта информации и чтение 10 терабайтов при цене 1000 долларов. Конечно, речь не идет о том, что такое устройство появится у персонального компьютера, да ему ДНК-память и не нужна. Видимо, на ДНК запишут архивы информации: к ним обращаются нечасто, а та, что нужна оперативно, будет размещена как и прежде, на быстром диске. В случае успеха результатом станет качественное сокращение площадей, занятых центрами хранения данных, стоимость их строительства и обслуживания. Заодно снизится и энергоемкость информационного общества: бесплотная цифра вносит свой, все возрастающий вклад в глобальное потепление.

С. Анофелес

Ирина Истратова

Иллюстрации Елены Станиковой

Не повторяй МОИХ ОШИБОК

Здравствуй, Витя!

Это я, твой лучший друг. Твой самый лучший друг.

Ты столько сделал для меня — как никто другой, — и теперь моя очередь отдавать долги.

Помнишь, мы играли в мяч и я разбил новый телевизор? А ты соврал маме с папой, что виноват Генка. Ты называл Генку лучшим другом, но признай: я для тебя значил больше.

А помнишь, как мы исправляли ошибку в контрольной? Математичка заперла тетради в классе, а мы забрались в соседний кабинет, вылезли в окно и прошли по карнизу — ух и страху натерпелись! У нас с тобой был один и тот же вариант и ошибка одинаковая. А после — помнишь? — мы струхнули и на карниз не полезли, а спрятались в шкафу. Шкаф был весь забит пыльными плакатами и бумажными додекаэдрами — одному-то тесно, а двоим и подавно.

А помнишь старую яблоню на даче? Тем летом тебе исполнилось семь, бабушка учила тебя читать и писать. Помнишь, как ты написал мне письмо? И закопал его под яблоней. Это было глупо. Бумага в земле раскисла и сгнила, да и где теперь та яблоня? Но твои вопросы я помню почти наизусть: «Как ты там поживаешь, через пятьдесят лет? А папа купил тебе компьютер? А ты летал на Марс?»

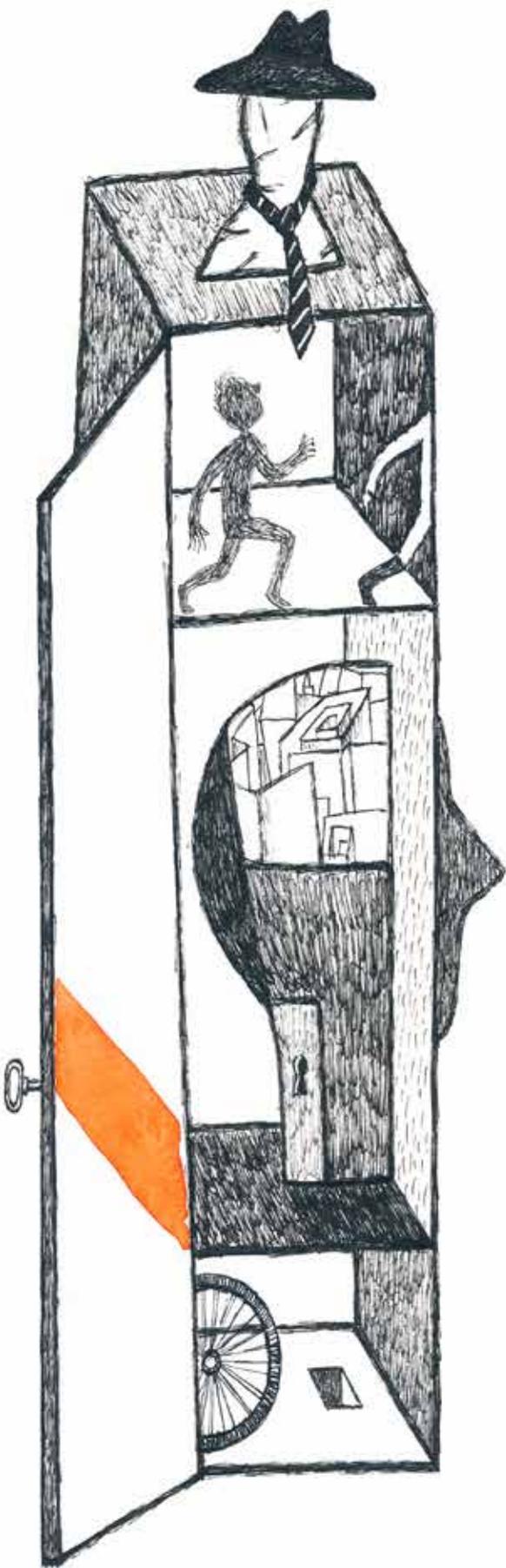
Поживаю нормально. Компьютер, как видишь, есть, емейл с Интернетом тоже. На Марс я не летал. А кто летал, не скажу. Запрещено говорить, потому что ты применишь это знание себе на пользу. Например, выиграешь пари или вложишь деньги в одну частную компанию. А за тайм-читерство положена высшая мера социальной защиты — нерождение. Поэтому я не сообщу ничего такого, что принесет тебе пользу.

Спросишь, а что тогда разрешено? Например, я могу поинтересоваться: «Как ты там поживаешь, сорок лет назад?» Пожелать тебе удачи. Еще можно дать совет, но только в общих словах. Типа: курение убивает. Не переходи дорогу на красный свет. Брак — это на всю жизнь. Азартные игры до добра не доводят. Осуществляй свою мечту. Не повторяй моих ошибок. Ты подобных советов уже наслушался до тошноты и, если из будущего прилетит еще парочка, просто пропустишь их мимо ушей. Ты же в семнадцать лет самый умный.

Так что опустим и к делу. Я придумал способ, как обойти запрет. Запоминай и действуй, как говорю. Через неделю у тебя ЕГЭ по математике. В восьмом вопросе выбирай ответ «Б», а не «Г». Тебе покажется, что правильно «Г», но здесь скрыт подвох. Восьмой вопрос, вариант «Б», запомнил? За верный ответ начислят балл, которого тебе как раз не хватит для поступления на юридический.

Поехали дальше. Маринка, по которой ты два года сохнешь. Шлешь ей котиков в Ватсап, как лучшая подружка. Скажу по секрету: Маринка не любит котиков. Маринка не любит тихонь. Будешь мяться и тянуть — и в восемнадцать Маринка выскочит замуж. Действуй. Действуй, как настоящий мужчина.

Ну и последнее. В финале чемпионата ФИФА Хорватия победит Францию со счетом 4:2.





Как я поживаю? Фигово! Фигово я там поживаю, сорок лет назад! Ты мне жизнь сломал, урод!

Ты кто вообще такой? Откуда ты все это знаешь — про письмо под яблоней, про карниз и додекаэдры? Никто не мог знать, никто, кроме меня. Но если ты — это я, то какого черта ты мне вредишь? Ты псих, ты мазохист, что ли?

А, понимаю. Ты сунул взятку какому-нибудь вашему тайм-модератору, чтобы он пропустил в прошлое реальную информацию, а тот, не будь дураком, деньги взял, а в письме твоём все переправил с точностью до наоборот. И над тобой, лопухом, ухохатывался.

А я тоже идиот, раз тебе поверил. Если Маринка вышла замуж за другого, то откуда тебе знать, что она любит и что она не любит? Она совсем не такая, как ты мне расписал, она нежная, ранимая, а я... А я полез к ней, как последняя скотина. Маринка мне никогда не простит. Она никогда больше не посмотрит в мою сторону.

Про ЕГЭ ты мне сказал чистую правду. Как раз одного балла не хватило, чтобы я поступил на юридический. А если бы тебя не послушал, то прошел бы. Мама рыдает, папа ругается сквозь зубы. Куда мне теперь поступать? Куда?

С чемпионатом по футболу ты меня тоже надул? Так вот, обломись, я поставлю на Францию. Впрочем, ты же должен был предвидеть, что я сделаю наоборот, когда все пойму... Поэтому все-таки поставлю на Хорватию... Или нет? Ладно, до июля есть время, буду думать. Может, не стану ставить ни на кого. Ну его, муторно.

Не знаю, как отослать тебе ответ. Отправил на обратный адрес. На всякий случай еще распечатаю, заламинирую и закопаю, сам знаешь где.

Чтоб ты там сдох, через сорок лет.

Дорогой Витя!

Сердце кровью обливается читать, как ты страдаешь по моей вине. Но поверь, иначе было нельзя.

Маринка пыталась. Писала себе: брак — это на всю жизнь, поспешишь — людей насмешишь. Но как об стену горох: выскочила замуж в восемнадцать, дура. За тебя, за дурака.

Маринка и правда не любит котиков. И тебя не любит, и ты ее не любишь. Но когда вы это поняли, у вас было двое детей, трое внуков и целая жизнь позади. Маринка сейчас рядом, передает тебе привет. Мой план она одобрила, хоть и без восторга. Не знаю, будете ли вы счастливы друг без друга, ты и Маринка, в вашей новой реальности. Но, по крайней мере, вы не будете несчастны вместе.

Спрашиваешь, куда тебе поступать? Думай головой, осуществляй свою мечту. Больше ничего я тебе посоветовать не могу. Потому что это запрещено — и потому что меня не стоит слушать. Мои мозги иссушены юридически безупречными формулировками, а сердце потерялось где-то в зале суда. Просто скажу: не повторяй моих ошибок.

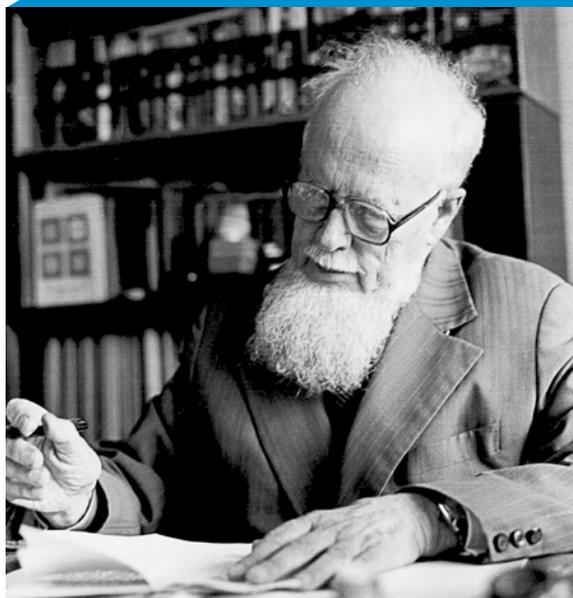
На чемпионате ставь все-таки на Хорватию. Но помни: азартные игры до добра не доводят.

Удачи тебе.



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 ПЕРВЫХ
ПРЕМИЙ «ИСТОК»
СОСТОИТСЯ 5 ОКТЯБРЯ
2021 ГОДА В НИЖНЕМ
НОВГОРОДЕ

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



Правительство
Нижегородской
области