

12 ЧТО НАУКА ДУМАЕТ
О ЧУВСТВЕ ЮМОРА?

21 АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ:
ЧТО ТАКОЕ МИЛЛИМЕТРЫ РТУТНОГО СТОЛБА
И СКОЛЬКО ВЕСИТ ВОЗДУХ



НАУКА И ТЕХНИКА

**№2 (17)
2025**

ISSN 2949-4427



**Секреты
стеклянного искусства:
из чего состоит прозрачный
чудо-материал?**

с. 5



НАУКА И ТЕХНИКА

В ЦИФРОВОМ ФОРМАТЕ



ЦИФРОВАЯ ВЕРСИЯ ЖУРНАЛА
РЕДАКЦИОННЫЙ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН
www.nauka-tehnika.rf
(подписка и отдельные номера)

Читайте в приложениях для мобильных устройств:
PRESSA.RU • Строки • Kiozk

www.nauka-tehnika.rf

e-mail: izd-naukatehnika@yandex.ru

В НОМЕРЕ:

Секреты стеклянного искусства: из чего состоит прозрачный чудо-материал?.....5

КИРАН МАЛВАНИ

Согласно науке, чтобы сварить идеальное яйцо, нужно 32 минуты..10

МИХАИЛ ПЕТРОВ

Что наука думает о чувстве юмора?.....12

ФАННИ ГРАЙСМЕР

Разработка технологии удаления углекислого газа нового поколения для лучшей жизни в космосе.....16

Атмосферное давление: что такое миллиметры ртутного столба и сколько весит воздух.....21



ISSN 2949-4427

№2(17)

**НАУКА И
ТЕХНИКА**

ФЕВРАЛЬ

Журнал основан в 2023 г.

2025

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

ОТ РЕДАКЦИИ

«Наука и техника» — научно-популярный журнал широкого профиля. Люди с техническим складом ума не только найдут здесь полезную информацию о достижениях авиации, кораблестроения, покорении космоса, но также смогут расширить свой кругозор в области естественных и гуманитарных наук. Гуманитариям, в свою очередь, будет интересно получить представление о разных направлениях технической мысли. Мы стараемся поддерживать традиции тех замечательных научно-популярных журналов, на которых воспитывалось старшее поколение: «Знание — сила», «Наука и жизнь», «Юный техник», «Химия и жизнь» и... старая «Наука и техника». Прямой преемственности между нами нет, но мы вдохновляемся лучшими образцами прошлого и будим вносить и что-то новое, соответствующее духу времени. Расскажем о сложных научно-технических проблемах интересно и понятно. Научно-популярный журнал «Наука и техника» ждет своих читателей. На нашем сайте <https://наукатехника.рф> можно найти дополнительные материалы и информацию, а на сайте <https://наука-техника.рф> электронную версию печатного издания и информацию о подписке на бумажную и электронную версии. Приятного чтения!

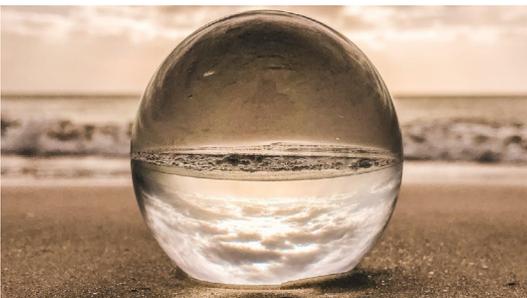
СЕКРЕТЫ СТЕКЛЯННОГО ИСКУССТВА: ИЗ ЧЕГО СОСТОИТ ПРОЗРАЧНЫЙ ЧУДО- МАТЕРИАЛ?

Стекло представляет собой неорганический прочный, хрупкий, непроницаемый для природных элементов, прозрачный или полупрозрачный материал, который используется во многих областях нашей повседневной жизни.



Состав стекла

Стекло изготавливается из натурального сырья, которое плавится при очень высокой температуре. Основной ингредиент стекла – это песок, но, технически, главным составляющим является компонент песка – кварц, он же диоксид кремния (SiO_2), кремнезем или кварцевый песок.



Кварц соединяется с другими ингредиентами, которые могут различаться. Это такие элементы, как: кальцинированная сода (карбонат натрия); доломит (минерал из класса карбонатов); известняк (карбонат кальция); стеклобой (вторичное стекло); иные химикаты (оксиды металлов, кобальт).



Стекло производится путем охлаждения расплавленных при температуре от $+300$ до $+2500$ °С компонентов, с достаточной скоростью, чтобы предотвратить образование видимых кристаллов. Одного песка достаточно для изготовления стекла, однако температура, необходимая для его плавления, будет намного выше. По этой причине сода добав-

● НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ляется в качестве модификатора. Известняк делает его более прочным. Оптимальный состав: около 75 % кремнезема, 10 % извести и 15 % соды.

Силикатное стекло

Композиции стекла разработаны таким образом, чтобы проявлять его различные физические, химические и оптические свойства. Разнообразие применения требует определенных типов стекла и производственных процессов. В промышленном производстве обычно используют несколько составов. Мы кратко остановимся на силикатном стекле.

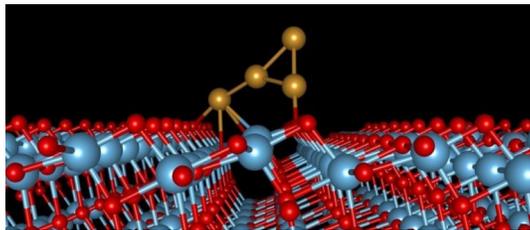


Силикатное стекло – это обычное стекло, которое встречается повсеместно. Список изделий практически бесконечен: от посуды, объектов декора, очков, лабораторных сосудов, ламп накаливания, окон и до сотни других предметов, которые мы прямо или косвенно используем в нашей повседневной жизни. Основные виды: содово-известковое; калийно-известковое; калийно-свинцовое. Промышленное стекло делится на строительное, техническое, электровакуумное, тарное, лабораторное, безопасное, оптическое, сортовое.

Структура стекла

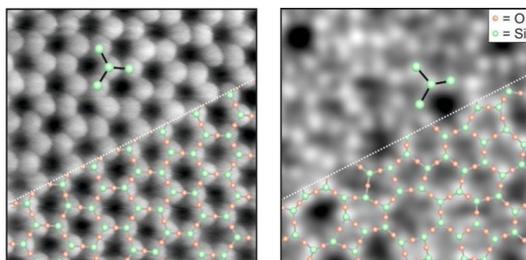
Стекло может быть сформировано естественным путем; например, в вулканах или когда молния попадает на песчаный пляж, и оно производилось людьми в течение тысяч лет. Таким образом, может быть удивительно, что наше понимание точной структуры стекла не является полным даже после столь длительного времени. Очень часто стекло обозначается как аморфное. Это слово пришло из греческого языка и означает «без формы». Таким образом, у нас есть грубое представление о том, что стекло как-то бесформенно.

Строение стекла еще окончательно не установлено. Есть расхождения даже между



основной его массой и поверхностным слоем. Это связано с тем, что различные стекла имеют разный состав. Помимо этого на его структуру влияет технологический процесс.

Расположение атомов в стекле



слева: кристаллическая форма, справа: аморфная форма.

Стекло имеет какой-то оттенок мистики – вероятно, из-за своего странного химического и физического поведения. Оно достаточно надежно, чтобы защитить нас, но может разбиться на тысячи осколков. Оно сделано из непрозрачного песка, но полностью прозрачно. И, пожалуй, самое поразительное – оно выглядит и ведет себя как твердое тело, но на самом деле это замаскированная форма странной жидкости. В результате его можно наливать, выдувать, прессовать и формовать.

Химия стекла

Химический состав стекла диктует его физические свойства и характеристики. В зависимости от основного компонента они бывают: оксидными, фторидными, сульфидными...

Оксидные



Являются одними из немногих твердых тел, которые пропускают свет в видимой области спектра. Существуют различные типы оксидного стекла. Название зависит от со-

держания различных окислов. Среди оксидных стекол фосфатные и силикатные стекла являются двумя наиболее важными материалами, и они широко используются. По сравнению с силикатными стеклами фосфатные ограничены в применении, поскольку у них ниже температура стеклования. А силикатные обладают превосходной химической стойкостью.



Германатные — ближайшие аналоги силикатных. Высокая цена и небольшая химическая стойкость существенно ограничивают их применение. Имеют хорошее преломление и светопропускание. Используются для оптических приборов.



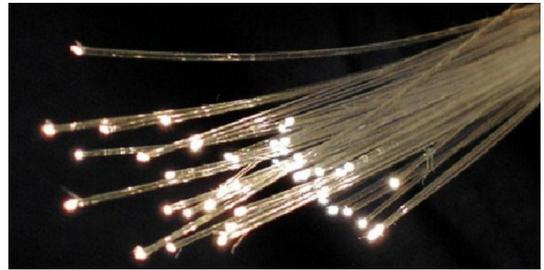
Боросиликатное стекло содержит не менее 5% оксида бора. Оно устойчиво к экстремальным температурам, а также к химической коррозии.

Эти свойства делают боросиликат идеальным для лабораторного употребления. Многие линзы для микроскопов и телескопов изготовлены из боросиликатного стекла.

Фторидные

Фторидные стекла и оптические волокна используются для изготовления поливолоконных систем передачи информации. Они имеют обширный диапазон спектрального

пропускания, значительную радиационную стойкость и чувствительность. Кроме того, фторидные волокна можно использовать



для направленной передачи световых волн в таких средах, как лазеры, что требуется для медицинских применений (в офтальмологии и стоматологии).

Сульфидные

Сульфидное (сульфидно-цинковое) стекло, получается при добавлении в стеклянную



массу окиси железа и сульфида цинка, которые придают материалу разнообразные оттенки. Широко используется в изготовлении элементов декора, сувенирной продукции и посуды.

Особые виды стекла

Существуют различные виды стекла, используемые для разных целей.

Плоское стекло



Плоское или листовое стекло наиболее распространено в окнах, дверях, автомо-

● НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

бильных стеклах, зеркалах и солнечных панелях. Его изготавливают путем распределения жидкого стекла до желаемой толщины и охлаждения в конечный продукт. Затем его можно согнуть.

Стеклопакет объединяет несколько стеклянных панелей в единую оконную систему. Большинство имеют двойное или тройное остекление. Стеклянные листы в стеклопакетах разделены прокладкой и неподвижным слоем воздуха или вакуума.

Стеновые стеклоблоки

Стеклоблоки изготавливаются из двух разных половинок, они спрессовываются и



отжигаются вместе в процессе плавления стекла. Они используются в архитектурных целях при строительстве стен, световых люков и т. д. Они обеспечивают эстетичный внешний вид при прохождении света.

Бронированное

Пуленепробиваемое стекло имеет множество применений в различных отраслях промышленности, включая строительство. Оно делается из многослойного стекла, из-



готовленного по особой технологии. Бронированное стекло используется в зданиях, требующих безопасности, таких как ювелирные магазины, банки и посольства.

Кварцевое

Это однокомпонентный материал, который является одним из самых ценных



материалов для науки и промышленности. Сырье – природный кристалл, добываемый из земли в виде горного хрусталя или пегматитового кварца. Его измельчают до мелкозернистого гранулята и расплавляют. Используется для изготовления деталей точной механики (кварцевые часы), колб ультрафиолетовых ламп, контейнеров химических реагентов, оборудования лабораторий.

Стеклокерамика

Стеклокерамика была разработана на заводе Corning и имеет общие свойства стекла и поликристаллических материалов. Изначально использовалась в зеркалах и креплениях астрономических телескопов. Стала известной благодаря стеклокерамическим варочным панелям, а также посуде и высокопроизводительным отражателям для цифровых проекторов.

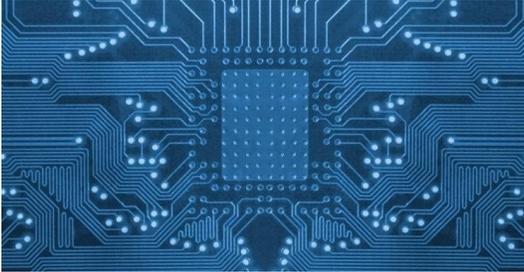


Стеклокерамика имеет аморфную фазу и одну или несколько кристаллических фаз. Она производится путем «контролируемой кристаллизации» (в отличие от самопроизвольной), которая обычно не требуется в производстве стекла.

Светочувствительные стекла

Фоточувствительное стекло, также известное как фотоструктурированное или светочувствительное, представляет собой кристалльно чистое стекло, принадлежащее к семейству литий-силикатных. Предоставляет возможность получить изображение путем образования микроскопических ме-

таллических частиц в стекле после воздействия электромагнитного излучения. Является очень перспективным материалом для производства компонентов сложных микросистем.



Стекловолокно

Расплавленное стекло пропускается через сверхтонкие отверстия, создавая стеклянные нити. Затем их можно сплести в крупные образцы материала или оставить в пухлом веществе, используемом для тепло- или звукоизоляции. Изделия из сте-



кловолокна включают монтажные платы, плавательные бассейны, двери, доски для серфинга, спортивное оборудование, корпус лодок и внешние автомобильные детали.

Жидкое стекло

Покрытие на основе кремния или жидкое стекло, пожалуй, самый важный нанотехнологический продукт. Оно заполняет поры и недостатки, и может защитить любую



поверхность от любого повреждения, такого как вода, ультрафиолетовое излучение, грязь, жара и бактериальные инфекции. Воз-

духопроницаемое покрытие имеет толщину в 500 раз тоньше человеческого волоса.

Хрусталь



Свинцовое хрустальное стекло – это особый вид стекла, который используется для изготовления различных декоративных элементов. При резке материала оптическое явление полного внутреннего отражения происходит очень резко, и, таким образом, создается приятный ослепительный блеск.

Богемское

Часто называется богемским хрусталем. Это стекло, производимое в регионах Чехии и Силезии. Оно имеет многовековую историю признания во всем мире за его высокое качество, мастерство, красоту и инновационный дизайн. Особенности: ручная резка, гравировка, выдувное и окрашенное декоративное стекло.

Стекло является одним из тех волшебных материалов, которые мы считаем само собой разумеющимися, но оно неуклонно служит цели, для которой предназначено, при условии, что вы используете его с осторожностью!



СОГЛАСНО НАУКЕ, ЧТОБЫ СВАРИТЬ ИДЕАЛЬНОЕ ЯЙЦО, НУЖНО 32 МИНУТЫ

Итальянские ученые утверждают, что нашли лучший с научной точки зрения способ приготовить крутое яйцо. Попробовав его сами, мы можем подтвердить, что яйцо было вкусным.



Яичный желток и белок лучше всего готовятся при разных температурах, но, разработав систему с емкостями с водой двух разных температур, ученые нашли способ идеально приготовить и то, и другое.

Кажется, что это простая кулинарная задача, но приготовление крутого яйца вызвало у многих нахмуренные брови на кухне и породило целую кустарную промышленность приемов и советов. Кто из нас не был разочарован, разбив яйцо, которое, как мы думали, приготовили идеально, а внутри обнаруживал либо твердый камень, либо удручающе жидкий?

По словам группы итальянских исследователей, есть веская причина, по которой сварить идеальное яйцо — такая сложная задача: альбумин (яичный белок) и желток требуют двух разных температур для оптималь-

ной готовки. Это около 185°F для первого и около 149°F для второго.

В журнале *Communications Engineering* исследователи из Неаполитанского университета имени Федерико II утверждают, что открыли метод, который наилучшим образом готовит как белок, так и желток, и приводит к тому, что яйца получаются более вкусными и питательными, чем те, которые готовятся другими способами. Недостаток? Вам понадобятся две кастрюли с водой, термометр и чуть больше получаса.

Техника включает в себя кастрюлю с кипящей водой и кастрюлю или миску с водой, температура которой поддерживается примерно на уровне 86°F. Ключ в том, чтобы поместить яйца в кипящую воду на две минуты, затем в более прохладную воду еще на две минуты и снова в кипящую воду, процесс по-

вторяется в течение восьми полных циклов или 32 минут.

И хотя мне было любопытно, как эта исследовательская группа разработала такой сложный рецепт, у меня сразу же возник один вопрос: а стоит ли оно того?

Что мы нашли

Желая проверить их выводы, я провел собственный эксперимент, взяв в одну кастрюлю постоянно кипящую воду и в другую, которую я пытался поддерживать на уровне около 30°C (86°F) с помощью пищевого термометра.

В моем случае не требовалась инженерная точность исследования: хотя я и пользовался секундомером, при переливании из одной кастрюли в другую неизбежно возникала задержка в несколько секунд, а поддержание температуры более прохладной воды было сложной задачей.

Простое добавление яиц, только что побывавших в кипящей воде, приводило к повышению температуры на один-два градуса. (Исследователи рекомендуют начинать с 28°C, чтобы облегчить эту проблему; они также рекомендуют слегка поцарапать скорлупу с одного конца яйца перед приготовлением и осторожно помешивать яйца, когда они находятся в более холодной воде — что, признаюсь честно, я забыл сделать.)

Но результат оказался восхитительным.

Желток был насыщенного золотистого цвета, вкус был ароматным, а консистенция была слегка мягкой, но не жидкой. Для тех, кто любит вареные яйца пожестче, это может быть разочарованием (таким людям исследователи рекомендуют повысить температуру более холодной кастрюли с водой), но это было очень близко к моей личной золотой середине.

Зачем разрабатывать этот рецепт?

Исследователи работают в университетской FoamLab, где специализируются на изучении структуры материалов при различных температурах и в различных условиях.

Их основное внимание сосредоточено на пластике. Но директор лаборатории и соавтор исследования Эрнесто Ди Майо рассказал National Geographic, что они приступили к этому проекту, когда «коллега бросил мне вызов адаптировать нашу работу к более популярным вещам, таким как еда».

Тот же коллега рассказал Ди Майо о шеф-поваре, который «продает свои яйца по 80 евро за штуку» и использует технику, которая заключается в раздельной варке белка и желтка, а затем «их повторном соединении после приготовления довольно замысловатым способом».

Столкнувшись с поставленной задачей, Ди Майо поручил аспирантке Эмили Ди Лоренцо разработать метод, который позволил бы во время приготовления подвергнуть обе части яйца идеальной температуре, сохранив при этом скорлупу и содержимое нетронутыми.

Ди Лоренцо подошла к своей задаче так, как это сделал бы любой хороший ученый-материаловед: задолго до того, как она провела какие-либо реальные испытания, она провела несколько недель за компьютерным моделированием, моделируя передачу тепла от воды через скорлупу в сердцевину яйца, ища сочетание температуры и времени, которое позволило бы и белку, и желтку приготовиться до идеальной консистенции.

«Мы написали правильную математическую модель», — объяснил Ди Лоренцо. «А затем мы взяли уравнение, которое написали, и разработали программу вычислительной гидродинамики. «А что, если мы приготовим их при температуре 100 градусов по Цельсию? Что произойдет?» И так далее».

Только через несколько месяцев Ди Майо обнаружил, что Ди Лоренцо «вообще не любит яйца. Поэтому я мучил ее этим проектом».

С другой стороны, он не испытывал подобных сомнений и приготовил немного этого блюда для своей семьи на прошлую Пасху, «и они были поражены вкусом».

Ди Майо, Ди Лоренцо и их коллеги обнаружили, что в дополнение к идеально приготовленным белым и желтым частям яиц, яйца, приготовленные по их методу, содержат более высокую пищевую ценность по всем показателям, чем яйца, приготовленные другими способами.

Их конечной целью было не запатентовать новый метод приготовления яиц, а провести забавный мысленный эксперимент, который показал, как они написали в своей статье, что «знание науки, лежащей в основе простых проблем, может улучшить даже самые незначительные аспекты нашей повседневной жизни, например, такой простой процесс, как употребление яиц в пищу».

МИХАИЛ ПЕТРОВ

ЧТО НАУКА ДУМАЕТ О ЧУВСТВЕ ЮМОРА?

Давайте попробуем разобраться в этом с помощью математиков, социологов, биологов и физиологов.

Пересказать анекдот? Дурацкая затея. Объяснить шутку? Еще хуже. Научиться шутить? Безнадежно. «Вокруг света» посмотрел на юмор с точки зрения ученых и выяснил, почему одни люди остроумнее других.



Ян Стен. «Урок танцев». XVII век

Взгляд математика: генерация случайных слов

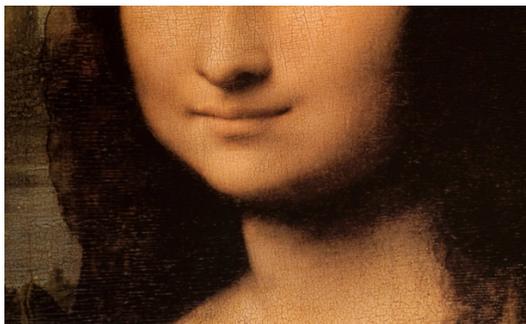
Немца Артура Шопенгауэра прозвали философом пессимизма: он считал, что наш мир — худший из миров. Шопенгауэр жил в одиночестве (с пуделем), избегал людей, периодически нанимал корреспондентов для поиска подтверждений своей известности и, как ни странно, при этом кое-что понимал в природе юмора. Во всяком случае, первая статья, описывающая юмор в математических терминах («On the quantification of humor as entropy» в *Journal of Memory and Language*), цитирует именно его идеи о комическом эффекте разрыва реальности и ожиданий.

Исследование канадских и немецких ученых под руководством профессора пси-

хологии Криса Уэстбери было опубликовано в конце 2015 года. В предыдущих опытах ученые предлагали больным с нарушениями речи различать выдуманные и настоящие слова. Тогда исследователи заметили, что некоторые нереальные слова кажутся людям гораздо смешнее остальных. Нужно было выяснить почему и еще научиться заранее определять, какие слова окажутся самыми забавными.

Для этого ученые сгенерировали несколько тысяч новых несуществующих слов и дали оценить уже здоровым испытуемым по шкале смеха от 1 (совсем не смешно) до 7 (очень смешно). Наивысшие баллы набрали слова, отдаленно напоминающие пошлости и ругательства. Эти результаты заметно превосходили остальные, поэтому ученые выкинули подобные двусмысленные комбинации букв из рассмотрения и сконцентрировались на приличных и бессмысленных словах вроде yuzz-a-ma-tuzz.

Самыми смешными оказались слова с наименьшей информационной энтропией: проще говоря, такие комбинации букв, которые меньше всего напоминают настоящие слова. Увидев их, мозг словно пытался разгадать загадку (понять, какое важное сообщение несет столь необычный набор символов) и, изрядно помучившись, выдавал ответ: полная бессмыслица и никаких аналогий с реальностью, остается только посмеяться — это, мол, было интересно.



XVI век «Мона Лиза», она же «Джоконда», кисти Леонардо да Винчи — то ли чему-то тихо улыбается, то ли нет

Во второй серии экспериментов ученые еще больше убедились в верности гипотезы: чем меньше смысла, тем смешнее. Они брали пару слов, считали их энтропию с помощью базы всех слов английского языка и по разнице результатов предсказывали, какое слово покажется испытуемым более смешным. С вероятностью до 90% математический метод верно предсказывал реакцию живых людей. Итак, на 90% смешное — это неожиданное.

ВНИМАНИЮ МАТЕМАТИКОВ Информационная энтропия

Понятие энтропии ввели физики, которые сделали ее мерой упорядоченности термодинамической системы: чем выше энтропия, тем больше в системе хаоса. Представим себе стол и 10 предметов, которые нужно разместить на нем. Пускай это будет наша термодинамическая система, которая может находиться в двух состояниях: в «порядке» (каждый из 10 предметов на своем месте) и в «беспорядке» (хоть один предмет не на месте). Понятно, что способов реализовать второе состояние гораздо больше, и поэтому его энтропия, пропорциональная числу этих способов, тоже больше. Кстати, по второму закону термодинамики все процессы в изолированных термодинамических системах идут в сторону увеличения энтропии. Поэтому и неудивительно, что наши вещи постоянно теряются. Просто хаос гораздо вероятнее порядка, для поддержания которого нужно неизменно вкладывать энергию извне.

В XX веке американец Клод Шеннон решил описать с помощью энтропии информацию и в результате ввел новый термин «информационная энтропия», мера неожиданности передаваемого сигнала. По формуле, например, для каждой буквы в слове она равняется

$$-p_i \log_2(p_i),$$

где p_i — вероятность появления именно этой буквы. Чтобы лучше понять, представьте: вы сидите на телеграфе и принимаете какое-то трехбуквенное слово русского языка. Сначала вам передают первый знак, который может оказаться любой из 33 букв алфавита (за исключением Ё и Ъ). Информационная энтропия этой буквы равна

$$-1/31 \times \log_2(1/31) \sim 0,16$$

И пускай это будет Л. Что дальше? Вы знаете, что в русском языке не так много слов из трех букв на Л: лес, лак, лик... Предположим, больше ничего не вспоминается. Вы не знаете, какое слово будет предпочтительнее,

а потому вероятность следующего появления каждой из трех букв (Е, А, И) одинаковая:

$$-1/3 \times \log_2(1/3) \sim 0,53$$

Пусть это будет Е. Теперь вы стопроцентно уверены, что третья буква С, и значит, ее информационная энтропия равняется уже

$$-1/1 \times \log_2(1/1) = 0$$

Так что информационная энтропия всего слова равняется

$$0,16 + 0,53 + 0 = 0,69$$

При этом большая ее часть приходится на вторую букву. Именно она несла больше всего информации, в то время как первая Л не прояснила ситуацию, а последняя С уже, наоборот, никого не удивила.

На самом деле информационная энтропия Шеннона считается сложнее — в расчетах учитывается контекст сообщения (странно ожидать слова «лес», например, от сообщения с Марса) и просто взвешенная частота употребления слова или буквы (вряд ли мы всерьез будем ждать появления буквы Ы на первом месте или даже целого слова «лик»), — но суть остается такой же. Чем больше величина энтропии, тем неожиданнее и информативнее передаваемое сообщение. Так, сообщения «хч спт» и «хочу спать» обладают почти одинаковой информационной энтропией. Мы интуитивно понимаем, что «хч» — это «хочу», поскольку больше почти не знаем коротких слов с этими согласными, и гласные здесь даже в чем-то избыточны (а в других случаях не избыточны, ведь «спт» может быть на самом деле «спеть» или даже «сопеть»).

Взгляд социолога: свой среди своих

«Парень версия 5.0» и «девушка версия 3.4» любили друг друга. Однажды они сделали апгрейд до «мужа 1.0» и «жены 1.0», но что-то пошло не так. В новых версиях программ нашлись баги: «муж 1.0» удалил «романтику 9.5», «жена 1.0» установила мониторы на все его процессы, а потом программы и вовсе стали неожиданно выдавать детей.

Все версии этого длинного анекдота (выше мы привели его в сокращенном виде) на девяти самых популярных языках собирала по Интернету Лаймор Шифман, израильский профессор в области коммуникации. Она изучала, как шутка меняется в разных культурах. Выяснилось: японцы больше подтрунивали над женами, корейцы — над мужьями, в страстных португальских версиях вылезли пикантные подробности программ, а в целомудренных китайских — вирусы «тещи». В немецкой версии американские виды спорта и ассоци-

ации (вроде NBA — баскетбол) менялись на местные (вроде Bundesliga). В арабской версии не было никаких отсылок к добрачным отношениям. Интересно, что ближе всего к английскому оригиналу оказалась португальская версия, а на втором месте русская (французская на четвертом).



XVII век «Смеющийся скрипач», нидерландский художник Геррит ван Хонтхорст. Ок. 1623

Юмор помогает понять повседневную жизнь и найти в ней сторонников. Человек в 30 раз реже смеется в одиночестве, чем на людях: вряд ли кому-то придет в голову рассказывать анекдоты перед зеркалом. Все остроумие мы бережем для других, потому что юмор — способ прощупать социальную почву, понять, кто здесь свой, а кто чужой. Смеешься над шутками про Штирлица, тещу и Вовочку — наш человек и вообще хороший парень. С глупой улыбкой отсиживаешься в темном углу — с таким в разведку не пойдешь.

Именно поэтому мужчины чаще приглашают на второе свидание девушек, смеющихся над их шутками («есть у нас что-то общее, я сразу почувствовал»), школьники так любят пересказывать друг другу свежий ролик на YouTube, хотя накануне каждый пересмотрел его раз по десять.

Кстати, Лаймор Шифман провела еще одно исследование. Она собрала 100 самых популярных англоязычных анекдотов и посмотрела, как они расплозились в Интернете по другим странам и языкам. Французы потеряли буквально несколько из них, арабы — гораздо больше, а китайцы — уже почти все. Чем сильнее разница в культуре и языке, тем меньше общих анекдотов.

ИНФОРМАТИКА

Компьютер из «Комеди Клуб»

Программисты из Virginia Tech, ТТП-Chicago и Microsoft Research в этом году (2016-м — прим. Vokrugsveta.ru) научили шутить компьютер. Популярным комиком он пока не стал, но первые шаги совершил. Сначала авторы подобрали простые картинки с людьми, животными и предметами и попросили добровольцев сделать из них коллажи. Дальше другая группа испытуемых оценивала, насколько забавными получились коллажи по шкале от 1 до 5. Эти данные использовались для машинного обучения алгоритма: компьютер должен был понять, какие сочетания предметов (вроде взрослого мужчины в яслях или котлеты вместо солнца) кажутся людям смешными, а какие — скучными и обычными.

В результате компьютер кое-что понял про механику нашего юмора и смог сам составлять смешные коллажи из тех же самых предметов — в 28 % случаев испытуемые не могли отличить картинки, придуманные машиной, от картинок людей. Кстати, у всех забавных изображений была общая черта: привычные предметы на них оказывались в непривычном контексте. Шопенгауэр с его пониманием юмора как разрыва между реальностью и ожиданиями снова оказался прав.

Взгляд биолога: ультразвуковой смех

Разные люди смеются над разными вещами. Американские психологи под руководством Яака Панксеппа доказали, что звери тоже умеют смеяться. В середине 1980-х годов они изучали крысиные игры. Ученые последовательно блокировали грызунам разные органы чувств и смотрели, как это будет влиять на их веселую возню. Самый яркий эффект дало отсутствие слуха: глухие крысята перестали прыгать друг другу на спину и весело копошиться в клетках. Игры прекратились.

Оказалось, что крысы предупреждают сородичей о добрых намерениях писком на частоте 50 кГц, своеобразным ультразвуковым смехом. Такие радостные звуки в предвкушении еды они издают на месте кормежки, так добродушно приветствуют друг друга старые особи и так же, смехом, юнцы говорят друг другу: «Не бойся. Это странно, что я прыгнул тебе на спину, но я просто играю. Веселюсь».

У человека подобную функцию выполняет улыбка. Она как будто говорит: «Я впервые тебя вижу, я говорю странные вещи, на моей странице в соцсети такая крупная фото-

графья, словно я подошел слишком близко к тебе, но я улыбаюсь и потому совсем не опасен».



XVIII век «Лиотар смеющийся» — автопортрет швейцарского живописца Жан-Этьена Лиотара. Ок. 1770

Юмор и смех — это средство сообщить другим о своих странных и необъяснимых, но не опасных открытиях. А также возможность преодолеть страх. Неслучайно в анекдотах так много секса, насилия и болезней. Люди хотят найти общие пределы дозволенного, перейти их на словах и с улыбкой, чтобы в жизни даже не приближаться к границе предельного опыта.

Взгляд физиолога: дофаминовая зависимость

Так что же происходит в нашей голове, когда нам смешно? Американский нейрофизиолог Скотт Уимз исследовал анатомию юмора с помощью МРТ-сканера. Он помещал в сканер людей, включал им смешные мультфильмы и фиксировал реакцию мозга. У испытуемых увеличивалась активность в зонах, отвечающих за дофаминовый цикл вознаграждения (дофамин — один из главных нейромедиаторов, веществ, регулирующих работу головного мозга; его часто называют гормоном счастья).

Похожие эффекты, согласно другим исследованиям, вызывают кокаин, шоколад и видеоигры. Человек как будто посажен природой на смех и юмор: кто раз от души посмеялся, тот будет стремиться к смеху и дальше.

Юмор создает зависимость. При этом некоторые зависимости дают и положительный эффект. Например, видеоигры могут способствовать обучению, а шоколад вызывает быстрое повышение сахара в крови,

что бывает полезным и даже необходимым в определенных ситуациях.



Начало XX века «Девушка в большой шляпе», Роберт Генри (один из основоположников современного искусства США)

А в чем польза смеха? Ведь вместо шуточек и глупого веселья можно с серьезным видом заниматься самообразованием, уходом за садом или даже покорением мира (Гитлер, например, не любил и не понимал шуток). В романе Умберто Эко «Имя розы» хранитель монастырской библиотеки убивал всех людей, которые пытались добраться до потерянного трактата Аристотеля о комедии: «Иисус никогда не смеялся». Доказать мрачному монаху необходимость смеха коллегам так и не удалось.

Эту необходимость выявили исследования других нейрофизиологов (см. *The Science of When We Laugh and Why*, 2014). Оказывается, мозг работает с юмором, как с интеллектуальной загадкой, головоломкой. «Когда я дошел до самого дна, снизу постучали»: дно □ падение □ изгой □ стук □ помощь = поддержка □ новый друг. Озарение: «Там снизу есть люк, чтобы выбраться, и вообще это неправда, что ты куда-то падаешь!» — кричит нам мозг (это интерпретация автора). Смейтесь, жизнь будет легче!

Юмор — неувловимое умение совмещать несовместимое и различать скрытые смыслы там, где другие видят только черное и белое. Может, именно поэтому нам подсознательно нравятся остроумные и тонкие люди? Они быстро придут на помощь: сумеют найти выход из любой ситуации. Даже люк на дне моря или бассейна обнаружат.

ФАННИ ГРАЙСМЕР

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УДАЛЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ЛУЧШЕЙ ЖИЗНИ В КОСМОСЕ



Астронавты работают над CDRA.

Международная космическая станция (МКС) стала пригодной для жизни во многом благодаря системе, которая захватывает и удаляет CO₂ из воздуха. Рабочей лошадкой внутри этой системы является компрессор, который выполняет свои обязанности по захвату CO₂, но за определенную плату: он шумный и требует частого обслуживания. Инженеры NASA использовали моделирование и имитацию с экспериментальными испытаниями для анализа следующего поколения конструкций компрессоров, которые выполняют работу тише, с меньшими потребностями в обслуживании и с более низкой стоимостью изготовления.

Технология удаления загрязнений

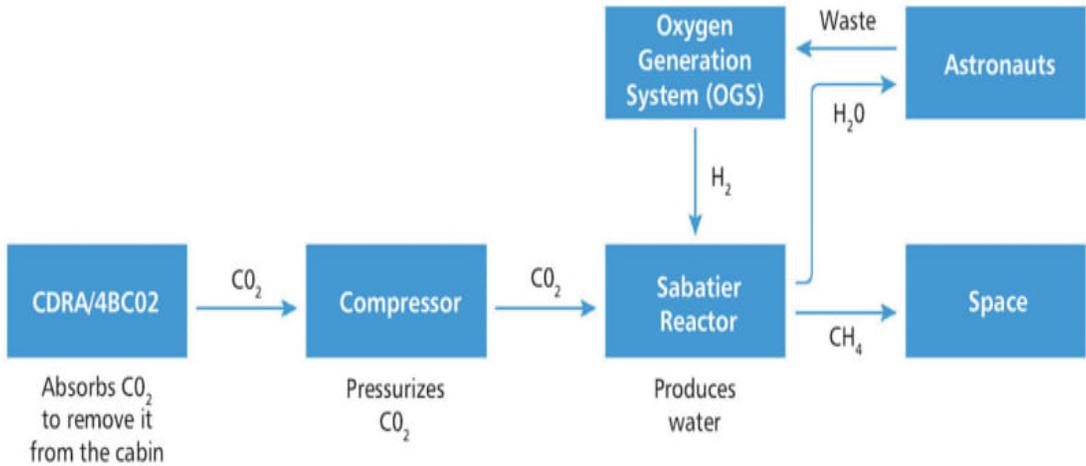
Астронавты, которые соглашаются жить

и работать на МКС, возлагают большие надежды на инженеров, стоящих за технологией удаления загрязняющих веществ, которая избавляет кабину от CO₂. «В настоящее время существует система, называемая Узел удаления углекислого газа (CDRA)», — пояснила доктор Ханна Альперт, инженер по аэрокосмическим системам Исследовательского центра Эймса НАСА.

«CDRA поглощает CO₂, чтобы удалить его из кабины. Затем этот CO₂ отправляется в реактор Сабатье, [где] он соединяется с водородом из системы генерации кислорода для получения воды». Эта вода подается астронавтам для питья. «У нас есть эта замкнутая система, чтобы поддерживать жизнь астронавтов, но для того, чтобы CO₂ работал с реактором Сабатье, он должен нахо-

диться под более высоким давлением, чем то, при котором он поглощается, поэтому у нас есть компрессор между CDRA и реактором Сабатье», — сказал Альперт. CDRA в

настоящее время модернизируется до новой четырехступенчатой молекулярной паровой системы: четырехступенчатого скруббера CO_2 или 4BCO_2 .



Процесс системы удаления загрязняющих веществ

Альперт объяснила, что новая система призвана повысить надежность и производительность по сравнению с CDRA, а это значит, что они вносят различные изменения. Для начала необходимо заменить сорбент, который они использовали для улавливания CO_2 . Кроме того, они перепроектировали некоторые компоненты. «Они перешли с прямоугольного на цилиндрический слой, перепроектировали сердечник нагревателя, чтобы лучше распределять сорбент и устранить пустоты, и они добавляют фильтр для улавливания пыли и новые клапаны для более длительного срока службы», — обрисовала она. Тем не менее, базовая функциональность того, как 4BCO_2 интегрируется с компрессором, над которым работает команда Альперта, по сути, та же самая, что и у текущей системы.

Модернизация компрессора

Текущая система оснащена механическим компрессором, который имеет большую массу и мощность, что приводит к большому шуму. Множество механических вращающихся частей требуют частого обслуживания, а их производство и эксплуатация обходятся дорого. «Мы рассматриваем некоторые альтернативные технологии, и один из наших ведущих вариантов называется адсорбционным компрессором с воздушным охлаждением и колебанием температуры (AC-TSAC)», — сказал Аль-

перт. «AC-TSAC имеет меньшие требования к массе и мощности; он менее шумный; в нем нет вращающихся частей, поэтому, как мы надеемся, это снизит частоту необходимости замены деталей; и, кроме того, он имеет меньшую стоимость изготовления и его легче изготавливать».

AC-TSAC — это слой, заполненный минералами, которые захватывают CO_2 , называемыми цеолитовыми гранулами, и он адсорбирует CO_2 более эффективно при комнатной температуре. После сжигания CO_2 он доставляется в реактор Сабатье. Чтобы обеспечить постоянную подачу CO_2 в реактор Сабатье, AC-TSAC разделен на два слоя. Команда разработала одну версию AC-TSAC, и теперь они используют тепловое моделирование для дальнейшего улучшения своих конструкций.

Тепловое моделирование помогает выбрать проект

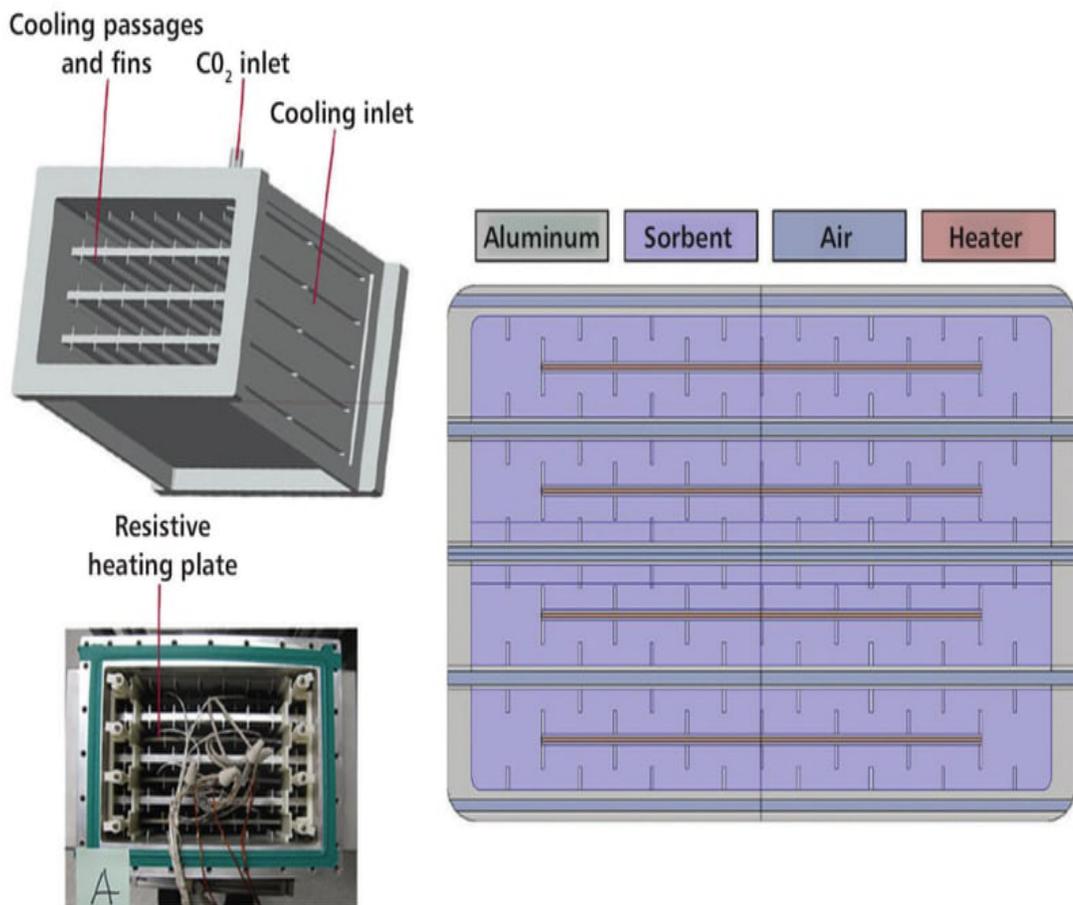
Альперт обратилась к программному обеспечению COMSOL Multiphysics® для построения моделей текущей конструкции AC-TSAC. «За последние несколько лет мы обнаружили, что COMSOL® чрезвычайно полезен. Одним из первых проектов, над которым я работала, когда присоединилась к NASA, было моделирование измерителя теплового потока, который летал на тепловом щите Mars 2020, а в последнее время я использую модуль оптимизации для рекон-

● НАУКА И КОСМОС

струкции поверхностного теплового потока на тепловом щите», — сказала она.

Для проекта компрессора она построила как 3D-, так и 2D-версии модели, и, придя к выводу, что обе дали одинаковые результаты для ее целей, она перешла к 2D-модели, поскольку ее запуск занял меньше времени.

Внутри AC-TSAC есть три полки посередине и гранулы цеолита, упакованные в открытые пространства (рисунок 3). Между каждой из полок находятся резистивные нагревательные пластины для нагрева слоя. Охлаждающие каналы позволяют воздуху проходить через них на этапе охлаждения.



Фактический компрессор и модели, его представляющие

Проверка модели

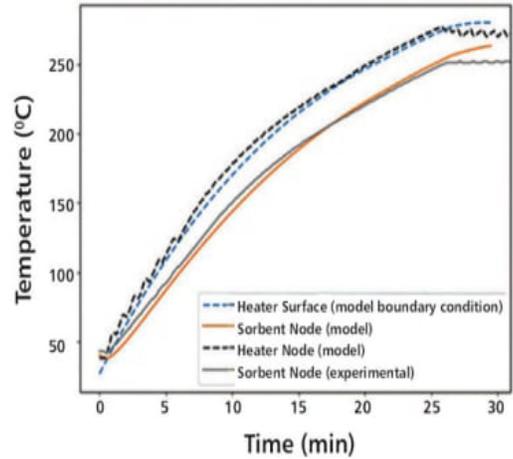
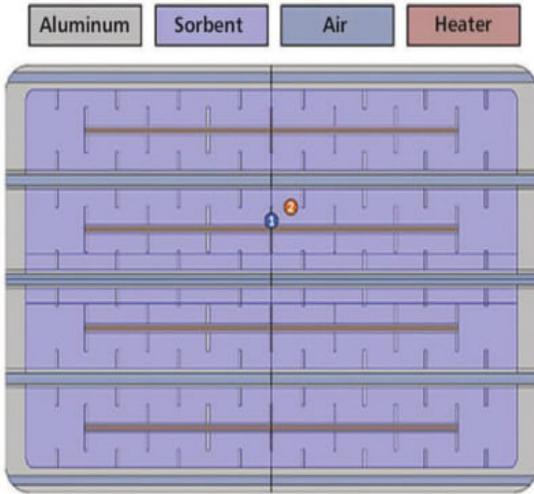
Для проверки модели команда использовала показания температуры и мощности из двух тестовых кампаний, которые были проведены на AC-TSAC. «Первая была двухслойным тестом функциональности в NASA Marshall. Затем мы провели более целенаправленную тестовую кампанию в NASA Ames, где мы использовали одну спальню, чтобы лучше изолировать точные свойства», — сказал Альперт.

Во время теста Маршалла NASA они разместили резистивные датчики температуры на поверхности нагревателя для измерения температуры. Оттуда они использовали из-

меренную температуру в качестве одного из граничных условий модели и запустили модель, чтобы проверить, что смоделированная температура соответствует экспериментальным данным.

Экспериментальные результаты двухслойного испытания и модели показывают хорошее соответствие.

Затем команда провела целенаправленный тест в NASA Ames, в ходе которого была протестирована одна кровать и собраны экспериментальные данные с поверхности нагревателя и узла сорбента. В этом случае они использовали измеренную мощность в качестве входных данных для своей модели,



а затем измерили температуры в узле нагревателя и узле сорбента в модели. Когда они сравнили модель с результатами теста, они увидели хорошее совпадение данных.

Имея на руках проверенную модель, Альперт и ее команда были готовы проанализировать, как различные изменения конструкции повлияют на нагрев и скорость нагрева компрессора.

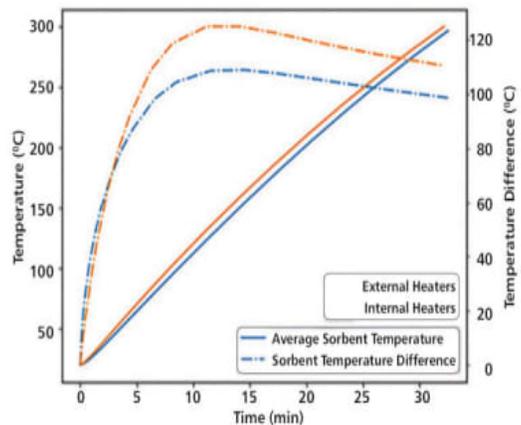
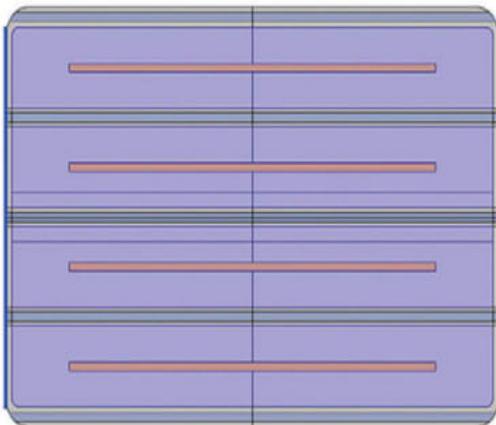
Исследования в области дизайна

В рамках поиска лучшего нового дизайна команда рассмотрела конкретные исследования торговли дизайном, включая, помимо прочего: внутренние против внешних нагревателей и алюминиевый слой против

паровых камер. Целью было быстро достичь высокой температуры и сделать температуру однородной по всему слою во время нарастания.

«Первое направление дизайна, которое мы рассматривали, было переключение с внутренних нагревателей. Сейчас внутренние нагреватели находятся в середине слоев, и они являются потенциальной точкой отказа. В слой идет много проводов, и это просто сложный, беспорядочный пучок проводов и нагревателей», — сказал Альперт. Это заставило команду задуматься, можно ли переместить эти нагреватели и будет ли это по-прежнему быстро и равномерно нагревать сорбент.

Internal Heaters — (orange line)
External Heaters — (blue line)



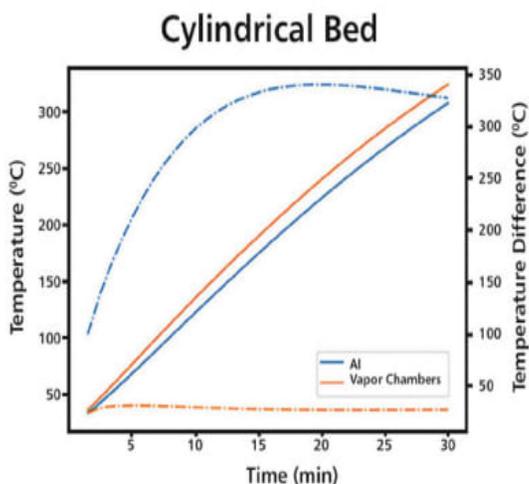
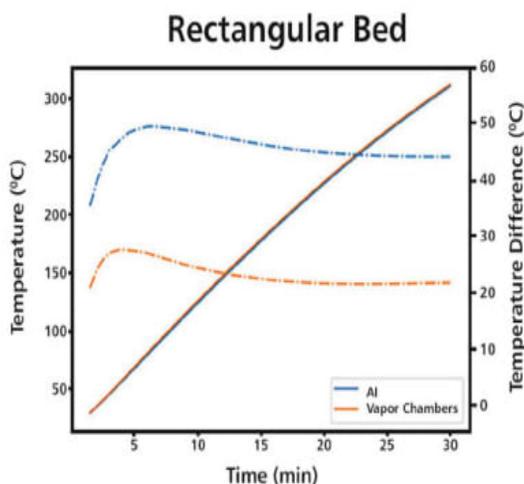
Тепловое моделирование показывает, что внешние нагреватели (синие) работают так же, как и внутренние нагреватели (оранжевые). (Оригинальные изображения предоставлены NASA, изменены COMSOL)

Используя модель Альперта, они подали питание на внутренние и внешние нагреватели, чтобы сравнить скорость и равномерность нагрева (рисунок 5). «Переключение с внутренних на внешние нагреватели не оказало большого влияния, что означает, что использование внешних нагревателей вместо внутренних имеет потенциал для улучшения или, по крайней мере, для достижения той же степени равномерности температуры сорбента, а также для снижения сложности системы», — добавила она.

В другом исследовании команда проанализировала эффект перехода от алюминиевого слоя к использованию паровых камер (рисунок 6). NASA работает с внешними партнерами, которые производят и тестируют паровые камеры и выполняют высоко-

точное моделирование. Команда смоделировала паровые камеры, используя свойства материала алюминия, но с гораздо более высокой теплопроводностью, чтобы получить представление о том, какими будут эффекты. Альперт отметил, что их главный вывод заключается в том, что «когда мы переключаемся на слой паровой камеры вместо алюминиевого слоя, в то время как средняя температура сорбента остается практически такой же, использование паровых камер имеет потенциал для улучшения однородности температуры сорбента».

Средняя температура сорбента (сплошные линии) практически не изменилась, но однородность (пунктирные линии) намного лучше для паровых камер.



Анализ чувствительности производительности

Команда NASA также стремилась увеличить теплопроводность самого сорбента. В тепловой модели оригинальной конструкции AC-TSAC команда увидела, что увеличение теплопроводности сорбента не оказало большого влияния на среднюю температуру сорбента, но в значительной степени улучшило однородность температуры. «Это говорит нам о том, что мы определенно движемся в правильном направлении и [в результате] концентрируем большую часть наших усилий по разработке на этом», — сказал Альперт.

Аналогичным образом, когда группа увеличила теплопроводность в своей модели цилиндрического слоя с паровой камерой, результаты моделирования показали значительное улучшение однородности температуры сорбента по всему слою.

Сочетание моделирования с экспериментальным тестированием

Альперт и ее команда успешно создали тепловую модель существующего AC-TSAC и проверили ее на основе данных испытаний. Используя проверенную модель, они смогли определить, какие параметры конструкции следует изменить, чтобы получить желаемые результаты. Благодаря моделированию команда узнала, что внешние нагреватели снижают сложность системы и потенциал отказа, паровые камеры имеют более высокую теплопроводность и, таким образом, улучшают однородность температуры сорбента, и они должны продолжать фокусироваться на повышении теплопроводности сорбента. Команда продолжит проверять тепловую модель на основе экспериментальных данных и учитывать такие механизмы, как потеря тепла.

АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ: ЧТО ТАКОЕ МИЛЛИМЕТРЫ РТУТНОГО СТОЛБА И СКОЛЬКО ВЕСИТ ВОЗДУХ

Уровень атмосферного давления влияет на нашу жизнь каждый день. От него зависят не только метеоусловия и прогнозы, но и наше самочувствие, но мало кто представляет, что это такое и как ученые его измеряют. В этом материале разбираемся, кто на нас постоянно давит и причем тут ртутный столб.



Что такое атмосферное давление?

По сути, атмосферное давление — это буквально то, как атмосфера на нас давит. На любую заданную точку поверхности Земли есть давление со стороны веса воздуха над этой точкой.

Атомы и молекулы, составляющие различные слои атмосферы, постоянно движутся в случайных направлениях. Несмотря на свой крошечный размер, когда они ударяются о поверхность, они оказывают на эту поверхность силу, которую мы называем давлением.

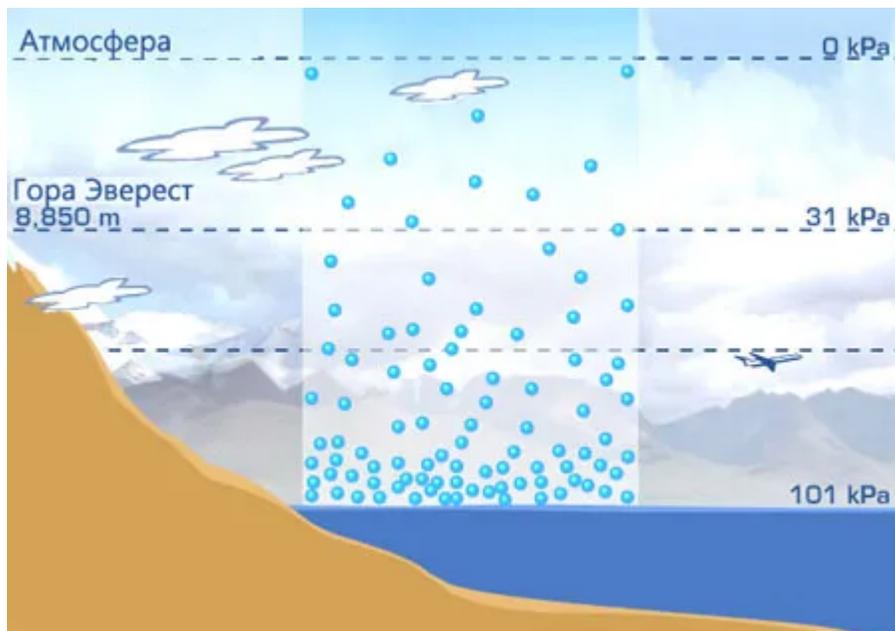
Одна молекула слишком маленькая, чтобы ее силу можно было ощутить. Однако, если мы просуммируем все силы большого количества молекул, которые ударяются о поверхность, то их общее давление будет очень даже ощутимым.

Проще говоря, воздух, окружающий нашу планету, создает атмосферное давление, которое определяется суммарным весом всех молекул воздуха. На объекты, расположенные на больших высотах, сверху давит меньше молекул, и поэтому они испытывают

● НАУКА И ЧЕЛОВЕК

меньшее давление. А объекты, расположенные ниже, наоборот — получают больше дав-

ления, потому что сверху оказалось большее количество молекул.



Количество молекул воздуха на разных высотах

Когда вы поднимаетесь в горы или летите высоко на самолете, воздух становится более разреженным, то есть молекулы упа-

кованы менее плотно. Следовательно, давление ниже.



Альпинист на Эвересте в кислородной маске

Атмосфера — это внесистемная единица измерения нормального давления. Давление воздуха на уровне моря при температуре 15°C равно одной атмосфере. Это базовое

показание для определения относительного давления.

Атмосферное давление также известно как барометрическое давление, поскольку оно измеряется с помощью барометра.



Настенный барометр

Для начала давайте рассмотрим модель попроще — простое воздушное давление. Его можно изменить двумя способами:

Увеличить количество молекул. Если мы добавим больше воздуха в какую-то емкость, это увеличит его внутреннее давление, т.к. возрастет и количество столкновений с краем этого контейнера. Хороший пример — это процесс накачивания воздуха (или выпускаания) в автомобильную шину. Когда мы добавляем в нее воздух, мы увеличиваем количество молекул, а, значит, и частоту их столкновений с внутренней поверхностью. Рост числа толчков увеличивает давление. Именно оно заставляет шину расширяться, что и помогает ей выдерживать массу автомобиля.



Изменить температуру. Если нагреть нашу экспериментальную емкость, то энергия тепла перейдет молекулам воздуха. Они начнут бегать быстрее и биться о край емкости чаще и сильнее, провоцируя повышение давления. Обратный эффект произойдет, если воздух в емкости охладить.

Поскольку молекулы движутся во всех направлениях, давление может идти и снизу вверх — если молекулы врезаются в объект снизу. В атмосфере же давление воздуха может оказываться во всех направлениях.



На Международной космической станции давление воздуха поддерживается близким к нормальному давлению на поверхности Земли — золотая одна атмосфера.

Как измеряется атмосферное давление?

Для измерения всего физического человечество придумало приборы. В нашем случае — это барометр. Сегодня существует два вида этих измерителей:

- жидкостный, т.е. ртутный;
- безжидкостный — aneroid.

Почему в самолете закладывает уши?

Во время набора высоты атмосферное давление становится ниже, чем давление воздуха внутри ваших ушей. Ваши уши за-



кладывает, потому что они пытаются сравнить внутреннее и внешнее давление. То же самое происходит, когда самолет заходит на посадку — уши уже адаптировались к более низкому высотному давлению, но при снижении давление растет, и им снова приходится его выравнять.

Ртутный барометр итальянский математик, физик и ученик великого Галилея — Эванджелиста Торричелли аж в 1644 году, так что технология, прямо скажем, не новинка. Как же она работает?

У нас есть стеклянная трубка — она запаяна сверху и наполнена ртутью. Открытым концом она опускается в чашу, которая тоже наполнена ртутью. Колебания атмосферного давления заставляют ртуть подниматься или опускаться до определенных отметок. Это и есть те самые миллиметры ртутного столба — та высота, до которой смогла доползти ртуть в трубке.



Принцип работы ртутного барометра

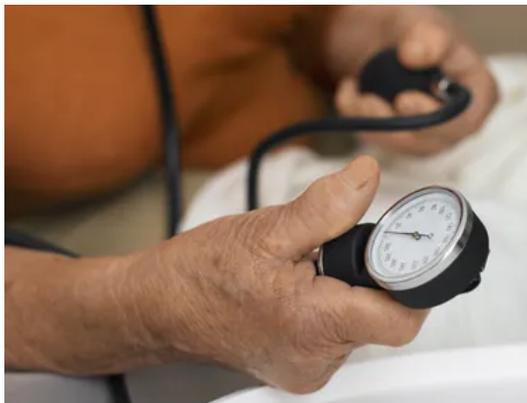
Нормальным называют то давление, которое соответствует отметке ртутного столба в 760 миллиметров. И это — та самая одна атмосфера.

Сколько весит воздух и почему мы не чувствуем нагрузку?

Люди не ощущают давление воздуха из-за того, что в тканях и органах человеческого тела тоже есть воздух. У него тоже есть давление, и оно равно атмосферному. Это, так сказать, система уравнивания груза, который буквально свалился нам на голову.

Как перемена атмосферного давления влияет на человека?

Как правило, к группе риска относят две категории людей — метеозависимые и люди, страдающие заболеваниями. Особенно внимательными стоит быть пациентам с нарушениями нервной вегетативной системы, сердечно-сосудистыми заболеваниями, хроническими болезнями, тяжесть протекания которых усиливается с возраст-



том. Высокое атмосферное давление не лучшим образом переносят люди, страдающие сердечно-сосудистыми заболеваниями, а прежде всего имеющие нестабильное артериальное давление.

У человека, предрасположенного к таким болезням, возможны:

- головные боли;
- боли в области сердца;
- скачки артериального давления;
- приступы стенокардии и тахикардии;
- мигрени.

Пусть давление будет только атмосферным и совершенно нормальным, а для всего остального — есть метеорология.

НАУКА И ТЕХНИКА

Ежемесячный научно-популярный электронный журнал

Главный редактор: А.П. СОКОЛОВ

Редактор: А. ДОЛБИН

Дизайн и верстка: А. ВОРОБЬЕВ

Администратор сайта: И. ГОЛДОБИН

Информационное партнерство; Служба распространения; Служба рекламы:

А. СОКОЛОВ, тел. (951) 730-75-75

Информация об условиях размещения рекламы: www.naukatehnika.pf

Адрес редакции: 160033, г. Вологда, ул. Текстильщиков, д. 20 А, оф. 1. Адрес для переписки:

111033, г. Москва, ул. Волочаевская, д. 8, кв. 16 Телефон для справок: (951) 730-75-75.

Электронная почта: izd-naukatehnika@yandex.ru.

Электронная версия печатного журнала: www.наука-техника.pf

Ответственность за точность и содержание рекламных материалов несут рекламодатели

Перепечатка материалов – только с разрешения редакции

Рукописи не рецензируются и не возвращаются

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов

Авторы опубликованных в журнале материалов несут ответственность за точность приведенных фактов, а также за использование сведений, не подлежащих открытой печати.

© «Наука и Техника», февраль, 2025

Учредитель: Общество с ограниченной ответственностью

«Университет дополнительного профессионального образования»

генеральный директор: СОКОЛОВ АЛЕКСЕЙ ПАВЛОВИЧ, тел. (951) 730-75-75.

Адрес: 160033, г. Вологда, ул. Текстильщиков, д. 20 А, оф. 1

Издатель: Общество с ограниченной ответственностью

«Университет дополнительного профессионального образования»

генеральный директор: СОКОЛОВ АЛЕКСЕЙ ПАВЛОВИЧ, тел. (951) 730-75-75.

Адрес: 160033, г. Вологда, ул. Текстильщиков, д. 20 А, оф. 1

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. ISSN 2949-4427. Регистрационный номер и дата принятия решения о регистрации серия ЭЛ №ФС77-85742 от 03 августа 2023 г.

Выход в свет 28.02.2025

К сведению авторов!

Материалы для публикации в журнале «Наука и Техника» присылайте на электронную почту: izd-naukatehnika@yandex.ru

www.pegaspress.ru



Университет дополнительного профессионального образования

ПУБЛИКАЦИИ В НАУЧНЫХ ЖУРНАЛАХ

