



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МГУ 270
1755 2025



200
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ФЕСТИВАЛЬ
НАУКА О+



OPEN SCIENCE WEEK
BRICS SCIENCE+

АССОЦИАЦИЯ ОРГАНИЗАТОРОВ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ



POPULAR.
FESTIVALNAUKI.RU

ЕСТЬ ИДЕЯ?
ДАЙТЕ ЕЙ СТАРТ!



Издаётся при поддержке
Минобрнауки России



20
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ФЕСТИВАЛЬ
НАУКА О+

Научно-популярный
журнал kot.sh

КОТ ШРЁДИНГЕРА

СПЕЦИАЛЬНЫЙ
ВЫПУСК

ИСПОВЕДЬ
КОСМОНАВТА

ПУТЕШЕСТВИЕ
К НАЧАЛУ
ВСЕЛЕННОЙ

УЧЁНЫЕ БУДУЩЕГО

ПСИХОЛОГИЯ
достоинства

похож ли
квантовый
компьютер
на кота
шрёдингера



Самое важное из жизни российской науки



×

Журнал «Кот Шрёдингера»
специальный номер, 2025 г.

Учредитель и издатель
ООО «Дирекция Фестиваля
науки»
Адрес: 119992, г. Москва,
ул. Ленинские Горы, д. 1,
стр. 77
Тел.: (495) 939-55-57
Сайт: www.kot.sh
ВК: vk.com/kot_sch

Свидетельство о регистрации:
СМИ ПИ № ФС77-59228
от 4 сентября 2014 г. выдано
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых комму-
никаций.

Для читателей старше 12 лет

Издаётся при поддержке
Минобрнауки России,
Минцифры России

Шеф-редактор:
Григорий Тарасевич
Главный редактор: Виталий
(Эдуардович) Лейбин
Соцсети: Андрей Константинов
Выпускающий редактор:
Мария Кисовская
Корректор: Ольга Готлиб
Директор фотослужбы:
Валерий Дзялошинский
Арт-директор: Сергей Кузерин
Технический редактор:
Ирина Круглова.
Макет: Данила Шорох
Дизайн котов: Евгений Ильин

А вообще над номером работало
много хороших людей, за что
мы им очень благодарны.

При создании этого номера
ни один кот не пострадал.

Если вы перепечатываете
материалы журнала, обяза-
тельно давайте активную
ссылку на наши ресурсы.
А то мы обидимся.

© ООО «Дирекция Фестиваля
науки», 2025

• Мяу, уважаемые читатели!

Возможно, вас удивит, что с привет-
ственным словом обращается не главный
редактор или, например, академик,
а кот. Но я не просто кот, а участник
одного из самых знаменитых мысленных
экспериментов в истории науки.
Поэтому имею право.

И как духовный лидер журнала хочу
кратко рассказать об особенностях этого
номера. Он посвящён передовым достиже-
ниям российской науки. Тут и новый
коллайдер, и солнечная обсерватория,
и квантовые компьютеры, и карбоновые
полигоны... Мы перенесёмся почти
в момент Большого взрыва и заглянем
в далёкое будущее. Взлетим в космос
и погрузимся в морские глубины.

Но главное, в этом номере много про
людей — учёных настоящего, прошлого
и будущего. За любой наукой обязательно
стоит человеческая история. И как бы мы
ни любили атомы с молекулами, самым
интересным явлением во Вселенной всё
равно остаётся человек. Уж поверьте
моему научно-кошачьему опыту!



Содержание



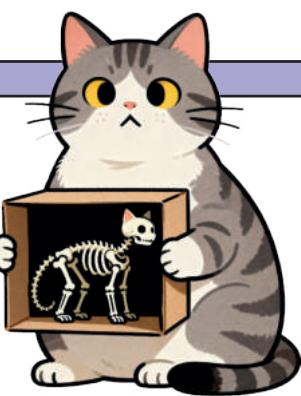
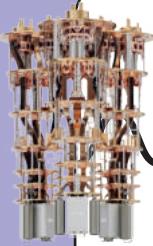
×

ГЕРОИ

- 6**► О восторге, страхе и супе
Десять вопросов космонавту Новицкому
- 12**► Об ангеле, брошке и колбе
Десять историй из жизни кандидата биологических наук

МЕСТО СИЛЫ

- 22**► Кто и как каждый день следит за главной для человека звездой
Репортаж из солнечной обсерватории
- 30**► Карбон и полигон
Как понять глобальное изменение климата



- 36**► Похож ли квантовый компьютер на кота Шрёдингера

- 46**► Новый российский коллайдер NICA поможет перенестись в начало Вселенной.
А ещё — лечить рак, летать в космос и многое другое

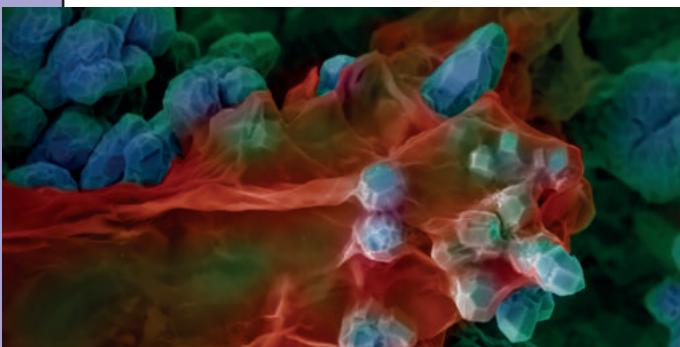


×

HOMO SAPIENS

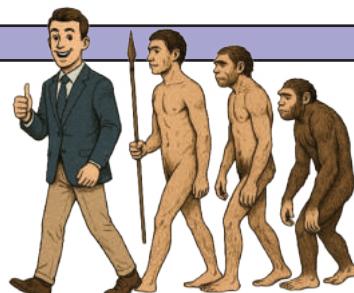
- 58**► Это фантастика?
Какие научные термины появились в русском языке благодаря художественной литературе

- 74**► Пушкин и наука



ПОРТФОЛИО

- 78**► Лучшие фотографии с конкурса «Снимай науку!»



×

ПРЕПРИНТ

- 90**► Психолог Александр Асмолов: исповедь эволюционного оптимиста



Вопросы по номеру

Ответы ищите на страницах журнала

Зачем учёным из Дубны так много гелия?

- А. Чтобы моделировать процессы в солнечной короне.
- Б. Чтобы получать водород.
- В. Чтобы надувать шарики.
- Г. Чтобы охлаждать ускоритель.
- Д. Чтобы вдыхать его и говорить смешными голосами.

А золото им тогда зачем?

- А. Чтобы синтезировать сверхтяжёлые элементы, которых не существует в природе.
- Б. Чтобы изготавливать сверхпроводники, передающие ток без потерь.
- В. Чтобы сталкивать ядра и получать кварк-глюонную плазму.
- Г. Чтобы изучать радиоактивный распад.
- Д. Чтобы делать украшения, а на вырученные деньги строить ускоритель.

Сколько кубитов в лаборатории у Станислава Страупе?

- А. Миллиарды.
- Б. Ни одного.
- В. 500.
- Г. 50.
- Д. Учёные пока сами не могут их сосчитать.

Кто первым использовал словосочетание «генная инженерия»?

- А. Американский биолог Джеймс Уотсон.
- Б. Советский биолог Николай Тимофеев-Ресовский.
- В. Американский фантаст Джек Уильямсон.
- Г. Российский революционер Александр Богданов.
- Д. Авторство неизвестно, это словосочетание используется со времён Античности.

Ну а кто придумал слово «робот»?

- А. Чешский писатель Карел Чапек.
- Б. Брат Карела Чапека — художник Йозеф Чапек.
- В. Советские фантасты — братья Аркадий и Борис Стругацкие.
- Г. Польский писатель и философ Станислав Лем.
- Д. Точно это был кто-то из славян! Уж больно робот на работу смахивает.

Что предпочитает есть на МКС космонавт Олег Новицкий?

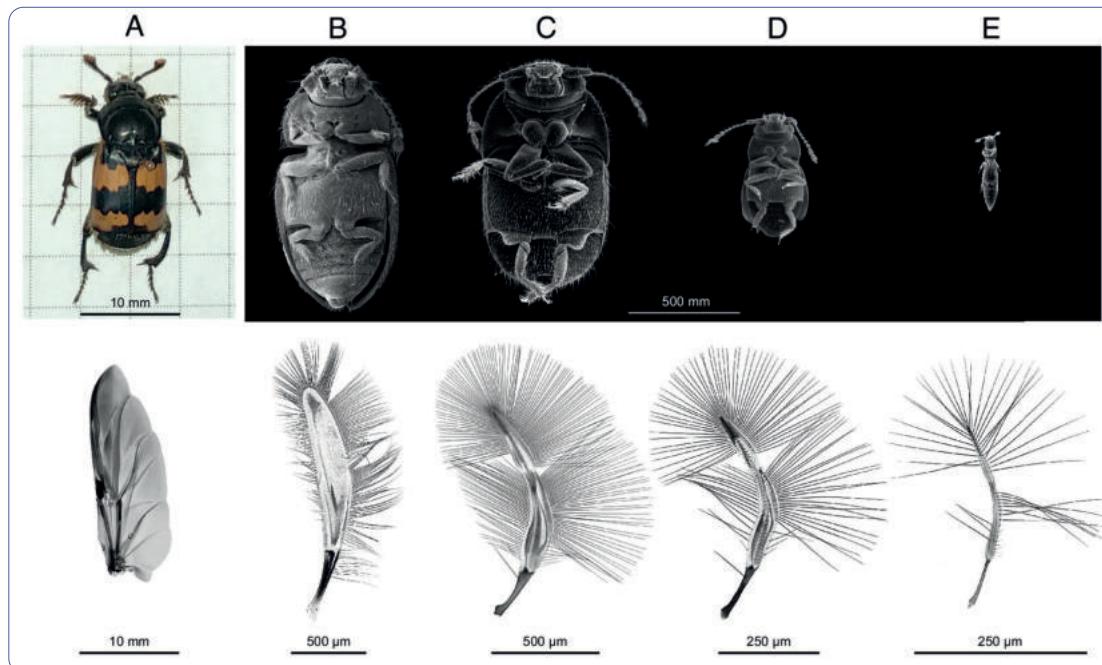
- А. Кашу.
- Б. Суп.
- В. Шашлык.
- Г. Картошку.
- Д. Всё, что привезут с Земли.

Ещё про космонавта Новицкого. Однажды он снялся в художественном фильме. Какая роль ему досталась?

- А. Полицейского.
- Б. Бандита.
- В. Геолога.
- Г. Подводника.
- Д. Космонавта.



Научиться воздухоплаванию у микроскопических жучков



Это уникальные существа. Их размер составляет доли миллиметра, но они способны летать, да и в целом демонстрируют довольно сложное поведение. Крошечных насекомых изучает группа учёных во главе с заведующим кафедрой энтомологии МГУ, членом-корреспондентом РАН Алексеем Полиловым. Каждое новое исследование — повод для удивления, переходящего в восхищение.

Недавно в престижном журнале PNAS вышла очередная публикация о микронасекомых. Ранее уже было известно, что крылья у них не сплошные перепончатые, а пористые, похожие на пёрышки. И теперь мы узнали почему. Учёные биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова и их коллеги из Сколтеха изучали жучков под обычным и электронным микроскопом, наблюдали за их поведением в замедленной съёмке. И построили в итоге математическую модель, объясняющую механизм полёта и эволюцию крыльев насекомых при уменьшении их размера. Маленький летающий жук (как и другие мелкие летающие насекомые) нуждается в крыльях, которые похожи скорее на вёсла, и машут они ими широко — как лодочки.

Дело в том, что при уменьшении тела масса уменьшается пропорционально размеру в кубе, а вязкое сопротивление — квадрату. Во сколько раз меньше размеры тела, во столько раз большей проблемой для полёта являются вязкость и сопротивление среды по сравнению с массой и инерцией. Поэтому при уменьшении размеров насекомого крылья становились легче и теперь приспособлены скорее к плаванию в воздухе, чем к планированию. А дырки в крыле им не мешают: воздух сквозь них не проходит, потому что при таких размерах крылья-пёрышки «обтянуты» слоем воздуха — очень тонким, но достаточным, чтобы ничего не пропускать.

Это удивительно само по себе, но ещё и открывает перспективы создания микроскопических летающих аппаратов.



Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда. Часть работ проводилась в Центре коллективного пользования «Электронная микроскопия в науках о жизни» МГУ им. М.В. Ломоносова.

Победить боль

Скоро начнутся испытания принципиально нового обезболивающего препарата. Этот анальгетик блокирует боль с той же силой, что и опиоиды, но не вызывает привыкания. Он относится к модуляторам ванилоидных рецепторов TRPV1, которые связаны с различными типами боли — например, как при раке или после операций. Действующее вещество для препарата получено на основе пептида, выделенного из морской анемоны.

В консорциум по разработке нового анальгетика вошли учёные из Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова, Тихоокеанского института биоорганической химии им. Г.Б. Елякова и Дальневосточного федерального университета. А производить препарат будет знаменитый Научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», расположенный в наукограде Кольцово Новосибирской области.



Превратить пекинскую капусту в русскую «Нежность»

Созданы новые гибриды пекинской капусты: позднеспелая «Ника», среднеспелая «Гидра» и ультрараннеспелая «Нежность», приспособленные к российским условиям. Они не боятся самой вредоносной для капустных растений болезни килы и не портятся до четырёх месяцев. Новые сорта вывели учёные Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К.А. Тимирязева.

Проект реализуется в рамках программы Минобрнауки России «Приоритет-2030».



Создать аккумулятор для экстремального холода

Литий-ионные аккумуляторы, сохраняющие эффективность даже при крайне низких температурах, разрабатывает команда учёных из университета «Дубна», НИУ «Московский институт электронной техники» и Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН. В основе новой технологии — аноды из наноструктурированного германия. Как сообщает [Минобрнауки России](#), такие аккумуляторы будут работать при температуре -50°C и ниже. Их можно будет использовать и в Арктике, и в космосе.



ГЕРОЙ

НОВИЦКИЙ

ВОСТОРГЕМ ОСТРАХЕМ БОГЕИСУПЕ

ДЕСЯТЬ ВОПРОСОВ КОСМОНАВТУ ОЛЕГУ НОВИЦКИМУ



Олег Новицкий — один из самых знаменитых российских космонавтов. Четыре полёта на МКС, пятьсот сорок пять дней на орбите, три выхода в открытый космос. А ещё он немного киноактёр. В 2023 году на экраны вышел фильм «Вызов» — первая в мире полнометражная художественная картина, сцены для которой снимали в космосе, на МКС, профессиональные кинематографисты. Новицкий в этом фильме сыграл одного из членов экипажа. Даже брак у него космический: летом 2025 года Олег Новицкий и первая белорусская женщина-космонавт Марина Василевская сыграли свадьбу.

Редакция «КШ» встретилась с космонавтом на Международном фестивале НАУКА 0+ в Минске. Вопросы задавали пришедшие туда школьники, родители и учителя, мы лишь модерировали разговор и слегка отредактировали ответы.

1

Есть у вас любимая книга, которую вы бы посоветовали подрастающему поколению, — такая, чтобы после её прочтения возникло желание двигаться вперёд, получить какую-то важную и нужную профессию?

В детстве я много читал, да и сейчас мне нравятся именно печатные книги, а не их электронные версии. Самая любимая книга была «Таинственный остров» Жюля Верна. Это о том, как пять человек попали на необитаемый остров, как они выживали, не имея ничего при себе. Огромный багаж знаний, который был у каждого из них, позволил им продержаться, организовать благоустроенную жизнь, построить корабль.

2

Скажите, в какой момент полёта вы чувствовали наибольший восторг?

Наверное, такое ощущение возникает, когда ракета только начинает подниматься.

В эти секунды ты понимаешь, что никто, никакая сила уже не может остановить твой полёт. Это необратимый процесс. И ещё абсолютный восторг — первый раз увидеть Землю с высоты космического полёта, вот это закругление, эти голубые краски...

3

А в какие моменты было ощущение наибольшего страха?

Вообще страх — это нормальное состояние человека. Говорят, в советское время один космонавт написал письмо в ЦК КПСС с просьбой отправить его на Луну или на Марс с билетом в один конец: мол, я готов пойти на это ради науки. Так его тут же списали из отряда космонавтов. Человек, который не чувствует страха,



не ценит свою жизнь, в космосе не нужен. Он загубит и себя, и своих людей. То, что было у меня, я бы всё-таки назвал не страхом, а сильным волнением. Я испытывал его в начале своего первого полёта. И ещё было волнение во время первого выхода в открытый космос — когда открылся люк, сбросилось давление...

Ты уже находишься в безвоздушном пространстве и ещё не знаешь, как поведёт себя организм, когда выйдешь наружу. Это странные ощущения. Например, полная темнота, если люк открыт в сторону космоса. А когда видишь Землю, понимаешь, что там сменяется время суток — то день, то ночь, кто-то едет на работу, кто-то спит, — а ты в это время летишь над ними со скоростью 28 тысяч километров в час. Этот масштаб слегка ошеломляет.

Но когда уже наполовину вышел, страховой карабин зацепил, в голове запускается рабочая программа: что надо сделать, какие задачи решить. И начинаешь думать только об этом.

4 Что в процессе подготовки к полёту было для вас самым сложным? К чему нужно готовиться будущим космонавтам?

Прежде всего готовиться нужно к тому, что придётся очень долго ждать. Почему-то мало кто это учитывает. Меня считают везучим, потому что я полетел в космос всего через пять с половиной



лет после отбора. Это минимальный промежуток времени. У меня есть коллеги, которые ждали первого полёта и десять лет, и двенадцать. Да и вообще нет гарантии, что, попав в отряд космонавтов, ты обязательно побываешь в космосе.

Процесс ожидания самый тяжёлый. Всё это время нужно держать себя в форме, соблюдать режим, проходить медицинские проверки и постоянно тренироваться.

Ты не принадлежишь сам себе.

5 Невесомость воздействует на здоровье человека, его состояние, процессы в организме. Вы испытывали какие-то трудности по возвращении?

На самом деле и космос в целом, и невесомость в частности — среда враждебная человеку. Конечно, в невесомости есть своя прелест: например, ты можешь легко поднять аккумулятор, который весит килограмм триста.

Наш организм очень быстро перестраивается и привыкает к невесомости. Меняется кровообращение: ноги-то не задействованы. Поэтому, когда прилетаешь



на Землю, кровь без задержки уходит вниз, и можно потерять сознание. Слабеет мышечная и костная система. Организм понимает, что крепкие кости ему не нужны, и быстро начинает выводить из костей кальций. В первых длительных полётах дело доходило до остеопороза. Учёные поняли, что и в невесомости человеку нужно давать физическую нагрузку. Хорошее упражнение — беговая дорожка. Тебя привязывают, ты бежишь, и эта нагрузка на все кости показывает организму: стой, кальций нужно оставить! Точно так же сохраняют мышечную массу.

А после полёта человек перестраивается обратно. У всех это происходит по-разному — скорее всего, от генетики зависит. Мне, допустим, хватает трёх дней.

6 Все знают, что космонавты улетают в космос, потом возвращаются. А чем вы там занимаетесь, что конкретно делаете?

Программа полёта составляется задолго до старта. И полтора года мы к ней готовимся, изучаем работы, которые будем выполнять на орбите. На МКС примерно две трети времени у меня уходило на задачи по поддержанию работы самой станции: техобслуживание, замена агрегатов, профилактика, ремонт. Остальное время я занимался научными исследованиями — кстати говоря, очень разносторонними: микробиология, физика, много промышленных экспериментов.



Не всегда я понимал до конца научную часть — всё-таки я не учёный, а полковник военно-воздушных сил. Но должен был сделать именно так, как попросил автор задачи. Приходит радиограмма с описанием работы — сделать что-то с аппаратурой, поставить опыт, — и нужно с точностью до запятой, до секунды выполнить указания.

7 Сейчас много говорят о полёте на Марс. Как вы думаете, это может произойти в ближайшее время?

Всё зависит от уровня развития техники. Полёт на Марс занимает много времени, и основная опасность — это радиация. От неё могут спасти или свинцовые толстые стены, или большое количество воды. Это самое эффективное, насколько я знаю. Но и самое тяжёлое. Нужно искать новые материалы либо сокращать время полёта. А ещё требуются мощные двигатели для ракет.

Нам сейчас нужен новый Сергей Королёв, который всё это быстро организует. И тогда мы будем наблюдать репортажи с Красной планеты хотя бы по телевизору.



8

Было время, когда говорили: Гагарин в космос летал, бога не видал. Значит, бога нет. А как считаете вы?

Я считаю, что какая-то сила над нами есть. Называйте её как угодно. А Гагарин — да, к нему было много вопросов со стороны верующих людей. И он отвечал, что в космосе был, бога там не видел, но следы его работы на Земле наблюдал.

9

Какое блюдо на МКС было вашим любимым? И чего из земной еды не хватало?

В космосе из организма быстро уходит жидкость, поэтому все восполняют её разными способами. Мне нравится первое блюдо: борщ, перловый суп, грибной...

А не хватает всегда того, чего человек лишён, — к примеру, жареной картошки или шашлыка.

10

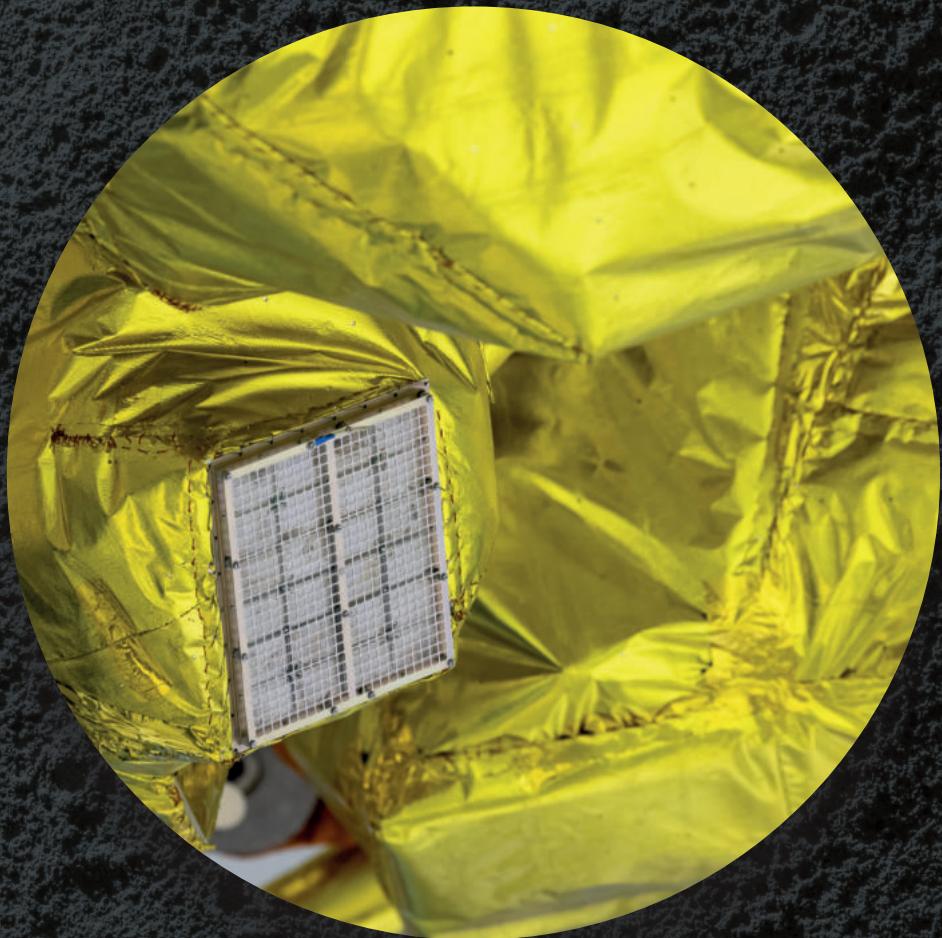
Вы участвовали в съёмках фильма «Вызов», ради которого на МКС полетели актриса Юлия Пересильд и режиссёр Клим Шипенко. Тогда много спорили: правильное ли это было решение? Стоило ли тратить полётное время на художественный фильм?

В моём понимании этот проект имел и плюсы, и минусы. Минус только один: ребята, которые готовились к полёту, из-за фильма выполнили его позже. А плюс, например, в том, что мы показали: любой здоровый человек может за минимальное время пройти подготовку и полететь в космос. Пусть не как профессионал для работы на орбите, но как специалист узкого профиля, в данном случае — для съёмок. ^_^





Узнать всё про лунную пыль



Сотрудники Института космических исследований РАН создали прибор, который поможет детально изучить лунную пыль. Очень скоро он стартует в составе китайской миссии «Чанъэ-7». Прибор получил название ПмЛ (аббревиатура от «Пылевой мониторинг Луны»).

Да, на поверхности Луны пыли много. И она противная. Выветривания, как на Земле, здесь нет, поэтому частички местной пыли имеют острые края. Они очень опасны для человека, медики считают пыль чуть ли не главной угрозой при освоении Луны. А ещё она может повредить технику и снизить эффективность солнечных батарей. «В условиях Луны, где нет плотной атмосферы,

частицы пыли ведут себя необычным образом. Под воздействием солнечного УФ-излучения и лунной плазмы — заряженных частиц — они приобретают электрический заряд, что заставляет их левитировать — подниматься над поверхностью и перемещаться под действием электрических полей. Так образуется волна, которая катится по Луне вместе с границей света и тени. Потом пылинки ещё долго висят над поверхностью, образуя в свете восхода багровый туман. Похожие процессы можно наблюдать и на других планетах Солнечной системы, где нет атмосферы. Российский прибор на Луне поможет лучше понять природу этого явления», — поясняет пресс-служба РАН.

АНГЕЛ, БРОШКА,



Десять историй из жизни кандидата биологических наук

Мария Пази
Юлия Лисняк

КОЛБА

Автор этого текста — Мария Пази, биолог. Окончила биофак СПбГУ, защитила кандидатскую диссертацию. Сейчас она научный сотрудник лаборатории сравнительной термофизиологии Института эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова РАН. А в 2020 году Мария стала первым автором из России, получившим премию «Европейский научный журналист года» (European Science Journalist of the Year). Мы попросили её рассказать о человеческой стороне работы учёного: чувствах, эмоциях, воспоминаниях.



Тема

Текущий спектр интересов — физиологические и молекулярные механизмы защиты мозга при адаптации к стрессу, например при ограничении сна, эпилепсии и болезни Паркинсона. Если проще, мы изучаем нейродегенерацию и пытаемся её остановить разными молекулами, которые когда-нибудь могут стать лекарствами.

Моя диссертация именно этому и посвящена. Она называлась «Нейропротективное действие белка теплового шока GRP78 в модели болезни Паркинсона и хронического ограничения сна у крыс». Либо моделировали на крысах болезнь Паркинсона, а потом лечили молекулой, которая называется GRP78. Либо не давали несчастным крысам спать, но некоторым профилактически давали GRP78.

В обоих случаях те, кто получал лечение, чувствовали себя лучше. У них гибло меньше нейронов. Ну и побочно выяснилось, что у недосыпа и Паркинсона есть общие механизмы нейродегенерации. Это аргумент в пользу гипотезы, что недосып — фактор риска развития болезней вроде Паркинсона или Альцгеймера.



Ангел

На моём столе стоит картинка в рамочке: добродушный косматый рыжеволосый ангел протягивает мне яблоко. Я считаю это яблоко плодом дерева познания. Не в библейской трактовке «дерева познания добра и зла», а в приземлённом ньютоновском — то яблоко, что падает на макушку озарением. Этую картинку мне подарила через пару дней после защиты кандидатской диссертации Наталья Евгеньевна Басова. Она сказала, что мы в чём-то похожи: например, защитились в одном и том же возрасте, я работаю в том же помещении, что и она в прошлом, и когда-то давно научный руководитель тоже подарил ей картинку с ангелом и яблоком.

Это был неожиданный подарок. Наталья Евгеньевна — коллега из соседней лаборатории, и хотя какое-то время мы работали над общим проектом, нельзя сказать, что наше знакомство близкое. Мы часто здоровались

и перебрасывались парой фраз, столкнувшись в коридоре, но я не ожидала, что за фасадом вежливости окажется искренняя симпатия.

Да и вообще я почему-то думала, что моя работа существует немного в вакууме — пузыре из тезисов, статей и реактивов, до которого никому нет дела, кроме меня и научного руководителя. Наталья Евгеньевна своим ангелом выдернула меня из вакуума — в моём институте, да и в науке вообще много хороших людей, которые друг друга замечают и ценят.

Каждый день я вижу на рабочем столе картинку — напоминание, что я избалована обществом хороших людей. Ангел смотрит на меня и нашёптывает: «Жизнь ещё подкинет тебе и открытый, и приятных сюрпризов. Например, вот яблоко».

3

Брошь

Картина с ангелом не единственный подарок, связанный с защитой.

На Новый год друзья, Юля и Ваня, подарили мне брошку — стилизованный продольный разрез мозга. К своему стыду, я редко её надеваю, но тем не менее очень ценю. Ведь это был первый



Мы изучаем нейродегенерацию и пытаемся её остановить разными молекулами, которые могут когда-нибудь стать лекарствами

подарок, напрямую связанный с моей профессией, нейробиологией. Прошлый значок на память мне подарили университет на выпуск из магистратуры — белый ромб с синим эмалевым крестом посередине и институтским орлом на вершине. Но, честно, получить свидетельство прочной связки «Маша — наука» от друзей было приятнее, чем от официальной инстанции.

Я не знаю, заметила ли Юля, что я надела брошку на защиту. Но я точно заметила, что Юля приехала меня

поддержать. Волновалась я, конечно, до чёртиков, но брошку, Юля и другие близкие люди в зале придавали уверенности.

4

Постер

В мае 2016 года я впервые участвовала в конференции с постерным докладом. Постер — это попытка кратко и наглядно изложить результаты своего исследования на ватмане. Если кто-то заинтересуется этой «стенгазетой» из графиков, схем, фотографий и текста, он может задать вопросы автору или соавтору исследования, который, как правило, стоит рядом.



По настоянию друга я сохранила первый постер: раньше он висел в раме на стене, но теперь припрятан в углу за рабочим столом. В 2016 году постер казался идеальным. Сейчас я смотрю на него другими глазами: слишком много пояснительного текста (с опечатками!), слишком мало иллюстраций, графики не выровнены, а заголовок растянут аж на три строки.

Постер обладает сентиментальной ценностью: во-первых, с этих графиков начиналось мое исследование, во-вторых, он напоминает, что десять лет прошли не зря. По крайней мере, я научилась хорошо делать доклады.



Ошибка

В автореферат диссертации прокралилась смешная для специалистов опечатка: «репрезентативные иммуноблоты» (то есть фотографии результатов анализа содержания белка)

заменились на «репрезентативные иммунологии» (что-то вроде типичные представители врачей — специалистов по иммунитету). Как выглядит типичный врач-иммунолог, я не знаю, но едва ли его спутаешь с четырьмя светящимися полосками. В неформальной переписке с одним из учёных, приславших отзыв на автореферат, мы чуть-чуть посмеялись над этой опечаткой.

Сколько бы я ни училась, я буду ошибаться. И в этом, по правде говоря, нет ничего страшного.



Автореферат Саши

По соседству с моим авторефератом лежит

на первый взгляд очень похожая книжечка: автореферат другого учёного — физика. Его подарил мне (а вернее, мы обменялись авторефератами) Саша, мой хороший друг и редактор. На долю Саши выпала весомая часть моего ворчания о защите: я и плакала, что ничего не получается, и просила советов. Хотя Саша физик, а не биолог, он посодействовал написанию диссертации и подготовке





**В садике дочка рассказывала,
что «мама на работе переливает водичку»
и когда-нибудь «спасёт всех от старости»**

доклада на защиту чуть ли не наравне с научным руководителем.

Пожалуй, наша с Сашей дружба — это хороший пример универсальности научного подхода: физик может посоветовать что-то дельное химику, химик — биологу, а биолог — ещё кому-нибудь.

А ещё пример того, что заумные статьи часто пишут люди, которые любят похихикать. Например, обсуждая мой текст про примитивное животное трихоплакс и зарождение нервной системы, мы шутили:

— Леонид Мороз — ученик Дмитрия Сахарова. Дарья Романова — ученица Мороза.
— Но суммарно можно вроде написать «ученики», нет?
— Ну, один — ученик, а вторая — «внученик», получается.

Почти так же долго, как над «внучеником», мы хихикали над заголовком новости на Ленте.ру, посвящённой Сашиному диссертационному исследованию супергидрофобных (очень-очень отталкивающих воду) поверхностей: «В МГУ вылили жидкость в канавку». Мы хихикали, и вы тоже не относитесь к науке и учёным с паучьей серьёзностью.

7

Лабораторная колба

На последнем курсе бакалавриата моя лаборатория переезжала в новое помещение.

Поначалу мы с коллегами безропотно и даже с энтузиазмом носили коробки с реактивами, колбами, клетками, папками, дисками и прочей утварью с третьего этажа на четвёртый. Через пару часов беготни по лестнице закрались первые сомнения: всё ли из переносимого нам действительно нужно? Может, на паре коробок удастся сэкономить силы?

Под оптимизацию и сокращение попал короб со стеклянной лабораторной посудой, которую последний раз использовали, кажется, во времена открытия института — в 1950-х. Часть колб прошлого века я унесла домой, теперь они служат мне подсвечниками, вазами и вазочками для цветов.

8

Младший-младший научный сотрудник

В нашей лаборатории есть выдуманная должность — младший-

младший научный сотрудник. Эта должность закреплена за детьми: иногда они приходят после школы или детского сада, чтобы родители могли доделать свои лабораторные дела. А младший-младший сотрудник тем временем делает домашку или рисует.

В результате я обзавелась галереей портретов. Самый любимый дочка нарисовала с большим вниманием к деталям, когда ей было четыре. Мама в очках стоит посередине комнаты, ножки-палочки торчат из-под наглухо застёгнутого лабораторного халата. По правую руку от мамы окно и холодильник, увешанный магнитиками от пиццы, слева — рабочий стол с компьютером,



чашкой остывшего чая и коробкой с носиками для микропипетки. Кстати, и микропипеткой, и пипеткой Пастера дочка научилась орудовать раньше, чем писать шариковой ручкой.

В садике дочка рассказывала, что «мама на работе переливает водичку» и когда-нибудь «спасёт всех от старости». Так я узнала: у маленьких людей большие ожидания от учёных.

9

Пузатая чашка-тыкva

Дочка понемногу перенимает от меня навыки переливания водички. Но когда-то



и меня пришлось учить, как держать микропипетку, в какой последовательности и как смешивать растворы, и даже тому, как быстрее вывернуть лабораторные перчатки, не выправляя каждый палец по отдельности.

Всему, что я умею в «мокрой» биологии — от реактивов до гистохимии, — меня научила Даша Белан, которая тогда работала в лаборатории. Потом она защищила диссертацию, вышла замуж за эстонца и уехала жить к нему.

Она оставила мне на память свою чашку — пузатую оранжевую имитацию тыквы с ручкой. Когда у меня появились свои студенты-ученики, я поняла, какое ангельское терпение проявляла Даша к ошибкам и медлительности новичков. Когда мне хочется самой всё сделать за студента, я вцепляюсь синеющими пальцами в Дашину чашку. Учить порой сложнее, чем учиться. Но какую-то часть науки иначе не передать, только как ремесло или чашку — из рук в руки.

10

Фиолетовое растение

Даша памятна ещё и тем, что разрешила умыкнуть

из лаборатории растение. Плотность растений в коридорах и залах института так высока, что местами они больше походят на оранжереи ботанического сада, чем на институт физиологии и биохимии. В довесок к привычным фиалкам, монстерам, денежным деревьям и алоэ на подоконниках растёт фиолетовый клевер, похожий на стаю бабочек, и растение с фиолетово-зелёными листьями. Я долго ходила мимо фиолетово-зелёных зарослей, пока наконец не сказала, что хочу взять себе один такой горшок. Даша разрешила, сославшись на известное правило: лучше всего растут те цветы, что подарены, сворованы или обменяны.

Однажды я тихонько подменила институтский фиолетовый куст домашней фиалкой, и никто не заметил подлога.

Больше я, правда, так не делала. Даже когда соблазн был велик. Этим летом в коридоре кто-то выращивал помидоры: на тоненьком стебельке, опиравшемся на три палочки бамбука, выросли три круглых плода. Они ещё не успели налиться краской, висели зелёными шариками, а к горшку уже прикрепили объявление: «Томаты центра коллективного пользования. Не брать!» Я ходила мимо краснеющего соблазна несколько недель, пока коллективные плоды не пропали. Кто их забрал, я не знаю. Может быть, иногда помидоры тоже бывают плодами дерева познания? По крайней мере, если вырастить их на институтском подоконнике. ^_^



Найти много золота



Исследователи указали районы в Якутии, наиболее перспективные для поиска золоторудных месторождений.

В приключенческих романах, чтобы найти золото, используют карты. Сейчас для этого применяются более современные методы. Восточная Якутия — один из самых золотоносных регионов России. Проблема в том, что это огромная и по большей части труднодоступная территория.

«С помощью дистанционных методов учёные из Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН и Геофизического центра РАН выявили наиболее перспективные места для поиска золота», — сообщает пресс-служба Минобрнауки России.

Месторождения золота чаще всего имеют гидротермальное происхождение. Горячие минерализованные растворы поднимаются из глубин Земли, принося золотые частички. Куда именно потечёт этот поток, во многом зависит от расположения разломов коры. Обработав данные дистанционного зондирования Земли и применив методы тектонофизических

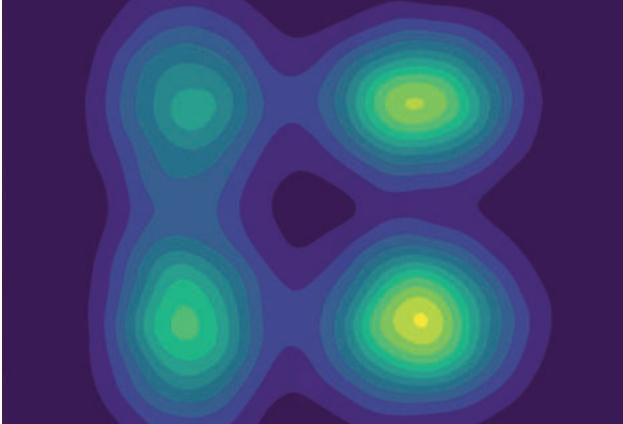
реконструкций, учёные проанализировали структуру разломов в северо-западной части Верхояно-Колымской орогенной области. Результатом стало обнаружение участков, потенциально богатых золоторудными объектами.

Это, конечно, не значит, что можно идти и добывать драгоценный металл. Сейчас туда предстоит направить экспедиции, которые сделают более детальную съёмку. Но теперь легче определить, куда именно нужно ехать и идти.



Для того чтобы понять дух геологов, ищущих золото, советуем посмотреть фильм «Территория». Точнее, два фильма на выбор: один вышел в 1978 году, второй в 2014-м. Оба сняты по одноимённому роману Олега Куваева, который сам был профессиональным геологом и много лет проработал на Чукотке и в Магаданской области.

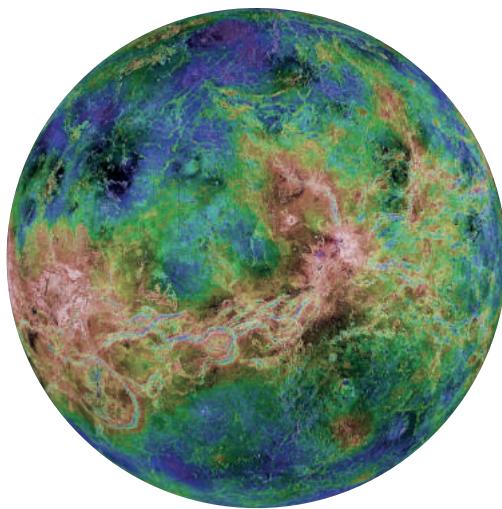




Найти новую геометрию молекулы

Учёные химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова разработали метод, который позволяет находить стабильные геометрии молекул. Новая модель, сочетающая квантово-химические расчёты и машинное обучение, анализирует геометрические варианты молекул и находит те, которые были упущены при использовании других методов конформационного поиска. Это открывает возможности для разработки лекарств и новых катализаторов.

Результаты исследования, поддержанного грантом Российского научного фонда, опубликованы в Journal of Chemical Information and Modeling.



Готовиться к полёту на Венеру

Сотрудники лаборатории геохронологии и геодинамики, созданной по [программе мегагрантов Минобрнауки России](#) в Томском государственном университете, исследуют вулканические структуры на Венере. Российские учёные в составе международной группы участвуют в составлении геологических карт, которые помогут определить места для посадки космических аппаратов будущих миссий на Венеру. Да, конечно, полёт человека туда пока не планируется (условия всё-таки адские), но отправка автоматических аппаратов есть в планах у многих стран, в том числе у России.



Вырастить больше кукурузы

Учёные Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова завершают полевые испытания десяти новых сортов кукурузы. Для чистоты эксперимента селекционеры оборачивали каждый початок в бумажный мешочек, чтобы исключить нежелательное опыление.

Разработка новых сортов велась с применением молекулярно-генетических методов, что позволило ускорить процесс селекции, который при традиционных методах мог занять до 15 лет. Первый урожай будет собран уже этой осенью. По предварительным данным, его объём превысит средние показатели на 10–15%. А ещё новые сорта отличаются устойчивостью к климатическим стрессам, что актуально в условиях глобального потепления.

Полевые испытания реализованы в рамках программы Минобрнауки России «Приоритет-2030».

МЕСТО СИЛЫ

СОЛНЕЧНЫЙ ТЕЛЕСКОП



Кто и как каждый
день следит
за главной для
человека звездой

Andrey Papish ^





ПОД СОЛНЦЕМ

Солнце мы видим каждый день, но до сих пор многое о нём не знаем. Как, к примеру, научиться предсказывать вспышки солнечной активности? Чтобы ответить на этот и другие вопросы, в Иркутской области вдали от цивилизации построили уникальную обсерваторию — **Сибирский радиогелиограф**.

Радиоастрофизическая обсерватория «Бадары» не похожа на привычный купол, под которым прячется труба оптического телескопа. Со спутника она выглядит как крестик посреди леса, словно какой-то пират-великан отметил сокровище для ино-планетных авантюристов. Луки Сибирского радиогелиографа состоят из нескольких сотен антенн-тарелок и напоминают поле подсолнухов или глаза великана Аргуса из древнегреческих мифов. «Глаза» в Бадарах пристально следят за нашей звездой, а когда Земля поворачивается к Солнцу другим боком, на него смотрят обсерватории в другом полушарии.

Мечта

Рабочий день в обсерватории подошёл к концу. Я, Светлана и Андрей Масловы (она программист, он инженер-электронщик) шагаем в сторону «Синего дома» — так здесь называют общежитие для работников из Иркутска. Под ногами громко скрипит снег, саянский хребет розовеет в лучах закатного солнца. — Андрей говорит, что здесь как на космическом корабле, — делится Светлана, выдыхая густой пар. — Я работала до 1996-го и снова устроилась в 2022-м, сейчас совершенно счастлива. Потому что очень люблю Бадары, этот лес, эти горы. И вообще, мне кажется, каждый день видеть горы — счастье.

— Для меня это место — своего рода монастырь, — подхватывает Андрей. — Сюда приезжаешь на две недели в полную отключку: с большой землёй связь плохая. Когда я учился в институте, мечтал заниматься интеллектуальным трудом в лесу. Я не знал о существовании

Эта обсерватория — часть большого проекта «Национальный гелио-геофизический комплекс». Проект относится к классу «мегасайенс», то есть его результаты должны быть уникальными на мировом уровне. Бюджет на строительство новых установок — почти сто миллиардов рублей.

На всякий случай напомню, что все слова, где есть «гелио-» (от др.-греч. ἥλιος), каким-то образом связаны с Солнцем. Даже гелий получил своё название потому, что сначала был обнаружен по спектрам солнечного излучения, а уж потом найден на Земле. Если вы встречаете слово с основой «солар-» или «соляр-», это тоже про Солнце, только образовано от латинского *solarius*.



радиотелескопа и просто сформулировал это как мечту. Но спустя какое-то время оказался в Бадарах. Тогда весь коллектив был молодой — новая стройка, романтика. И мечта воплотилась в реальность.

В тот день, 14 декабря 2023 года, радиогелиограф зафиксировал сильную солнечную активность. Вспышка случилась вечером, поэтому Светлана настояла на том, чтобы продолжить наблюдения ещё хотя бы 15 минут. За первой вспышкой последовали ещё две. Третья была сильнейшей за последние шесть лет.

Но в следующем году рекорд был побит. В мае 2024-го произошла серия куда более мощных вспышек, одна из которых имела интенсивность X8.7 — самую большую за последние четверть века — и спровоцировала мощнейшую магнитную бурю. Чтобы отслеживать такие события и разбираться в их природе, и работает Сибирский радиогелиограф.

Однаковых вспышек не бывает

Это с Земли нам кажется, что Солнце сегодня примерно такое же, как вчера, позавчера или год назад. С точки зрения астрофизики звезда никогда не бывает одинаковой. Солнце, словно танцующее пламя костра, каждый миг разное. На его поверхности возникают гранулы, пятна и факелы, непредсказуемые явления, вызванные постоянными столкновениями внутренних магнитных полей звезды. В результате подобной активности в космос выбрасывается гигантское количество частиц — этот поток называют **солнечным ветром**.

Спектр такого излучения максимально широк: от низкочастотного радио- до рентгеновского и гамма-излучения. И если высокочастотная радиация Земли не достигает, поскольку поглощается ионосферой и атмосферой, то радиочастоты без проблем проходят защитные слои планеты. Благодаря этому радиотелескопы и считывают активность Солнца. Но если выброс был направлен точно к Земле — а происходит это редко, потому что наша планета соот-

носится с Солнцем как спичечная головка с автомобильным колесом, — часть заряженного потока обрушивается на инфраструктуру.

Представьте, что солнечная вспышка — это сброс воды с ГЭС. Каждая молекула воды — заряженный электрон. Городская электростанция — 200-литровая бочка, а линии электропередачи — водопроводные трубы. Теперь представьте, что этот гигантский поток с ГЭС разом обрушивается на трубы и бочку. Что случится? Их просто разорвёт, поскольку они не вмещают в себя столько воды. То же происходит и с энергосистемой: она не может выдержать определённый уровень возмущений электромагнитного поля Земли. И от геомагнитной перегрузки вся электроника, которой вокруг человека становится всё больше, может на какое-то время выйти из строя.

Подобное происходило задолго до эпохи интернета и спутников. В 1859 году случилось знаменитое Каррингтонское событие, получившее своё название в честь британского астронома Ричарда Каррингтона. Это была самая мощная магнитная буря за всю историю наблюдений. Телеграфные системы давали сбои, северное сияние наблюдалось по всей

Земной ветер может доходить до сотен километров в час — и это страшный ураган! Скорость солнечного ветра больше миллиона километров в час. Нам бы пришлось несладко, если бы не магнитное поле Земли, которое защищает нас от этого губительного потока.



планете. В некоторых местах оно было настолько ярким, что люди вставали и начинали готовить завтрак, думая, что наступило утро.

Сто сорок лет спустя, в 1989-м, серия сильных солнечных вспышек оставила без света на девять часов канадскую провинцию Квебек. В Швеции в это же время были перебои с электроэнергией, а в Крыму наблюдали северное сияние.

Май 2024 года показал, что той же силы геомагнитная буря не обязательно вызывает столь серьёзные последствия, хотя и осложняет работу спутников на околоземной орбите и, как следствие, навигационных систем.

— Однаковых вспышек не бывает. На мой взгляд, у Солнца две основные загадки, — рассуждает Алексей Губин, заведующий лабораторией мониторинга солнечной активности. Мы обсуждаем в столовой нерешённые задачи астрофизики. — Первая — это нагрев короны: почему её температура — один-два миллиона градусов Цельсия, а у переходного слоя только 20 тысяч. Такую разницу нельзя объяснить тепловым нагревом. Второе — прогноз солнечной активности. Никто не может сказать, где и какой мощности будет вспышка. Последствия можно предсказывать только



Павел Дедюхин

МЕСТО СИЛЫ

СОЛНЕЧНЫЙ ТЕЛЕСКОП



на несколько часов, а на завтра-послезавтра или неделю данных нет. Быстрые частицы летят всё равно дольше, чем свет: 10—11 часов. А медленные будут лететь сутками. И как они подействуют на околоземное пространство и инфраструктуру Земли, определить практически невозможно.

Чувствительные антенны

В обсерватории — или, как здесь говорят, «на кресте» — меня встречает Андрей Маслов. Он ведёт меня к пункту наблюдений — просторному помещению с высокими окнами, из каждого видно бесконечные ряды антенн. За одним из компьютеров работает его жена Светлана. — Я не физик абсолютно, — говорит она, показывая на монитор, — я программист. Сейчас пишу программу для управления спектрополяриметром — антенной, которая тикает. Раньше было так: в блок управления раз в год загружали расписание, по которому антenna и работала. Теперь движением можно управлять с компьютера. — А у меня образование связано с электроникой, — говорит Андрей. — Так вышло, что я всю жизнь только ею и занимаюсь. Астрофизику изучаю, чтобы понимать, ради чего здесь тружусь и что есть результат моей работы. Например, приборы, — Андрей показывает небольшое устройство, напоминающее старый фотообъектив в жестяной коробке, он собрал его сам. — Вот эта штука будет смотреть на Солнце и записывать данные освещённости. Приборы стало гораздо проще делать, чем 20 лет назад. Заказал детали — и собирая как конструктор лего.

Радиогелиограф — всепогодная установка. Но дождь, плотные облака или снег так или иначе вносят помехи в сигнал. Поэтому нужно «отделять зёрна от плевел» — записывать помехи и знать, что в определённое время наблюдений была, например, сильная облачность. А иногда проблемы создаёт и сам человек, убирая снег воздуходувкой или завода бензиновый мотор.

Поймать волну

Человечество наблюдает за Солнцем тысячелетиями. Самая ранняя из известных записей о солнечном затмении датируется 22 октября 2137 года до нашей эры, её сделали в Китае. Упоминания о других затмениях можно встретить в Библии, а в Древнем Вавилоне их умели предсказывать. Много позже, в XVII веке, астроном из Нижней Саксонии Йоханнес Фабрициус с помощью камеры-обскуры впервые увидел пятна на поверхности Солнца.

В том же XVII веке зрительную (подзорную) трубу дорабатывали до телескопа, а впоследствии с помощью тёмных линз — до гелиоскопа. Через него астрономы стали наблюдать за Солнцем без вреда для глаз. В радиочастотном диапазоне звезду начали изучать в 1940-х и вскоре получили информацию, которая помогла оценить толщину переходного слоя. Примерно тогда же учёные принялись за систематические наблюдения в широком волновом спектре — ультрафиолете и рентгене. Изучать Солнце в радиодиапазоне сложно из-за того, что этот сигнал длинный. Свет — коротковолновое излучение, оптические телескопы собирают видимый

спектр с помощью зеркал. То же самое происходит в радиодиапазоне: антенны радиотелескопов с помощью круглых зеркал улавливают сигнал и фокусируют его на облучателе. Но чтобы поймать волны длиной в несколько метров и больше, необходимо гигантское зеркало — качество разрешения и состоит в отношении длины волны к размерам телескопа. Такая машина могла бы развалиться под собственным весом. Однако в середине прошлого века британцы Мартин Райл и Энтони Хьюиши разработали систему со множеством небольших радиотелескопов, заменяющих один большой. Суть в том, что антенны ловят волны с разных углов, собирая картинку по деталям (по тому же принципу организовано фасеточное зрение у насекомых и некоторых других животных). В 1974 году оба учёных получили Нобелевскую премию по физике «за новаторские исследования в радиоастрофизике».

— У электромагнитной волны всегда две характеристики: во времени и в пространстве, — объясняет работу радиогелиографа физик Сергей Лесовой. Сейчас он заведует отделом радиоастрофизики, а ранее руководил созданием радиогелиографа. При первой встрече он **в шутку** посоветовал мне найти защитный костюм от облучения в Бадарах. — Когда мы смотрим на Солнце, один его край находится для нас под одним углом, другой — под другим. И электромагнитные волны распространяются под разными углами. Поэтому расстояние между колебаниями мы измеряем не по длине, а по разнице углов — каждая пара антенн ориентирована на свой угол. Так мы получаем пространственное изображение.

Дорога к «Синему дому»

Мой маршрут до Бадар проходил через посёлок Аршан. Я добрался до него на автобусе, наблюдая, как бескрайний, словно море, лес сменялся высоченными скалами Саян. В Аршане меня встретили бабушка и дедушка моего друга из Бурятии, накормили и напоили бурятским чаем, сваренным на молоке и толчёной пшенице. Дед Сырен-Доржо согласился подвезти меня

Это действительно шутка. На самом деле радиотелескопы ничем опасным никого не облучают. Если хотите, можете поселиться прямо под тарелкой, и ничего вашему здоровью угрожать не будет.



до Бадар — это час езды по грунтовой дороге. По пути я узнал, что в юности он подрабатывал на вырубке леса под строительство обсерватории.

— Зима 1969—70-го года была очень снежной, — рассказывает Сырен-Доржо, наблюдая за дорогой. — Сугробы по пояс.

Мы работали затемно, рубили лес. Другие рабочие с собой пол-литровые жестяные тарелки брали, чтобы обедать. Мы смотрели на них и думали: как можно так много зараз съесть? Свои порции мы не доедали. А через неделю нам их уже не хватало — так уставали, по снегу ведь тяжело ходить. Летом рубить нельзя: пожар могли вызвать.

Наблюдения в Бадарах ведутся с XX века. Тогда здесь была станция, измеряющая магнитное поле Земли. Проект обсерватории появился в 1960-е, разрабатывали его десять лет, ещё десять строили сам радиотелескоп: он заработал в 1984-м. В то время в Бадарах стояли деревянные домики для рабочих. Планировалось расширить это место до научного городка — и даже запустить троллейбус. Но в итоге после распада СССР финансирование проекта урезали, и в Бадарах осталось лишь две обсерватории: радиоастрофизическая Института солнечно-земной физики Сибирского отделения РАН и радиоастрономическая Института прикладной астрономии РАН (Санкт-Петербург).

Новый прибор — радиогелиограф — задумывали как передовую установку, которая обгонит по качеству приёма все существующие радиотелескопы. Первые эксперименты провели в 2008-м. Тогда у прежнего телескопа заменили десять старых антенн, чтобы потренироваться в приёме, калибровке и расшифровке сигнала. Когда стало получаться, начали шаг за шагом двигаться к технологии радиогелиографа. Чтобы не затягивать строительство, действовали все двести имеющихся фундаментов антенн и дополнительно возвели триста новых.

Широкий диапазон работы новой установки покрывает почти весь радиоспектр Солнца, доходящий до Земли, — радиопрозрачное окно. В эксплуатацию прибор ввели в ноябре 2023 года, спустя 15 лет

после первых опытов. Сейчас от прототипа осталась всего одна антенна — если подойти к ней, можно услышать тиканье шагового двигателя в поворотном механизме. Новые антенны работают почти бесшумно, только изредка повизгивают металлом.

Сырен-Дорж останавливается у трёхэтажного «Синего дома». У этого здания нет адреса, оно одно на безымянной улице. Ближайший населённый пункт — посёлок Тунка — в 25 километрах. Со всех сторон густой лес. Сотовой связи нет, только вайфай в комнатах. Сюда, как на вахту, приезжают работать на неделю-две инженеры и научные сотрудники.

Тысяча комбинаций

Как из радиосигнала получается объёмная картинка Солнца со всеми пятнами, вспышками и коронарными петлями? Представьте, что вы бросили камень в пруд и смотрите, как разбегаются кругами волны. Что будет, если бросить два камня? Волны от всплесков будут наползать друг на друга, и отследить, где какие, будет уже сложно. Представьте себе сотни брошенных камней.

Чтобы оценить движение конкретной волны, необходимо смотреть в точку с двух разных углов — человеку это удаётся благодаря паре глаз. Радиогелиограф действует так же. Каждая пара антенн улавливает свою частоту — наблюдает за кругами от всплеска электромагнитных волн. Чем больше антенн, тем больше парных комбинаций, а следовательно, лучше представление о солнечной активности.

Следующий шаг — построение изображения. И вновь придётся напрячь воображение: представьте координатную сетку, которую мы усердно чертили на уроках алгебры, чтобы построить график функции. Любое изображение внутри этой сетки будет двухмерным, будь то траектория полёта мяча или движение радиоволны.

Но Солнце — объект трёхмерный, хотя его изображение тоже строится по точкам. Чтобы перейти в третье измерение, нужна специальная UV-плоскость (не путайте эту аббревиатуру с ультрафиолетом), на которую и наносят перемноженные данные, — её можно назвать объёмной координатной сеткой.

— Все антенны направлены параллельно в одно удалённое место, на Солнце, — объясняет Алексей Губин. — В некий момент они регистрируют волну на одной частоте из своего диапазона. Затем, когда антенна ловит её, она перемножается с другой антенной и преобразует волну в точку на UV-плоскости. Все антенны в радиогелиографе относятся к одной из трёх групп, каждая из которых принимает свой диапазон частот, свою длину волны: от 3 до 6 ГГц, от 6 до 12 ГГц и от 12 до 24 ГГц. После приёма сигнала и всех перемножений

UV-плоскость наполняется точками. Третья координата возникает, когда всю последовательность действий выполнили для разных частот. Данные, собранные со всего диапазона, создают множество двухмерных изображений, которые складываются в 3D-портрет Солнца.

Смотрители маяка

Алексей Губин пришёл в Институт солнечно-земной физики в начале 2000-х и начал работу над кандидатской **диссертацией** — идея была поменять аналоговую систему регистрации радиосигнала на цифровую. В Сибирском солнечном радиотелескопе, предшественнике радиогелиографа, использовался акустооптический приёмник: звуковой сигнал на входе, свет на выходе. Устройство успешно проработало более 30 лет, но с приходом новых технологий вроде быстрых аналого-цифровых преобразователей появилась возможность перейти на цифру.

Сейчас система работает так: радиоволны от Солнца долетают до Земли, их захватывает круглое зеркало антенны и фокусирует на облучателе. Далее усиленный радиосигнал преобразуется в оптический и со скоростью света летит по оптоволокну к приёмнику. Его обратно преобразовывают в электрический сигнал, чтобы оцифровать и отфильтровать — и так от каждой антенны одновременно. Затем сигнал попадает в коррелятор для перемножения всех возможных пар антенн. Результаты вносятся в базу данных, а компьютер уже строит картинку солнечной активности.

— Сначала народ цепляется за романтику, — рассказывает Алексей, отвечая на вопрос, почему остался работать в обсерватории. — Прибор в лесу, рядом горы. Удалённое, спокойное, тихое место. Сотовый не берёт. Мы как смотрители маяка, только нас больше. А потом... Сколько здесь работаю, ни разу не было задачи, которую бы кто-то уже решал. Всё время нужно делать что-то новое и разное. Ни у кого не спросишь, ни у кого не подглядишь. В этом главный интерес. Данные солнечной активности, которые мы сейчас получаем на частотах 3–24 ГГц, уникальны, как и сам радиотелескоп. В этом диапазоне частот, времён и разрешений ни у кого нет информации по солнечной активности.

Подобный прибор до недавнего времени был у Японии — радиогелиограф Нобеяма, — но его разобрали, потому что срок эксплуатации подошёл к концу. Другой конкурент иркутской установки находится в Китае — это Китайский спектральный радиогелиограф. Его построили в виде спирали с тремя рукавами. Такая конфигурация ближе всех к случайной расстановке точек на UV-плоскости. Но крайне сложно откалибровать антенны, что искажает изображение.

Тема диссертации была такая: «Разработка и создание цифрового спектрального анализатора для повышения качества радиоизображений Сибирского солнечного радиотелескопа».

— В книгах по астрофизике написано, что при одной расстановке антенн будет одна картинка, при другой — другая, — говорит Алексей, рисуя схемы у меня в блокноте. — Но на практике этого никто не делал. Все знают, как должно работать, а на деле все антенны физически немного разные и сигнал принимают неодинаково. И главное здесь — откалибровать фазы, потому что, если нет совпадения фаз, нет и изображения. В этом смысле мы особо не экспериментировали и остались в той конфигурации, которую точно знали. И не прогадали: сейчас только мы получаем картинку Солнца из радиосигнала автоматически.

Запуск антенн

Антенны записывают сигнал от Солнца только в часы, когда звезда над горизонтом. Летом это около десяти часов работы в день, зимой около шести. Каждый вечер после окончания наблюдений тарелки переводят в нулевую точку — строго на юг, а с восходом направляют в сторону светила. Всем этим занимается оператор Ольга, она сидит рядом со Светланой за другим компьютером и наблюдает за работой антенн.

— Когда комплекс строили, здесь работал мой дедушка, — рассказывает Ольга. — Потом дядьки. Я уже третье поколение, 23 года тут работаю. Среднюю дочь пытаюсь научить программированию, она сейчас в шестом классе. Каждое утро волнуюсь: если что-то не получится, антenna не запустится, это будет катастрофа.

Ольгу можно понять. Прибор запустили недавно, и в работе ещё случаются неполадки. За то время, что я гостил



в обсерватории, несколько антенн при старте не захотели двигаться на восток. Вероятно, смазка замерзла. Сначала такие проблемы решают из аппаратной — выключают и снова включают. Если ничего не меняется, кто-то из инженеров идет «оживлять» устройства вручную. Напоминает возню с детьми — только они все снаружи, и их крайне много. Кто-то точно закапризничает.

Поздно вечером, вернувшись в общежитие, я выхожу на воздух постоять под чёрным небом, изрешечённым звёздами. Меня радостно облаивает местный пёс — единственная собака в округе. Отойдя от «Синего дома» метров на пятьсот, не теряя из виду фонарь, я стою задрав голову. Чистое небо вдали от городов и людей ночью становится густонаселённым. Весь день на нём живёт лишь одна звезда — Солнце, — а сейчас сотни и тысячи таких же, может, поменьше или побольше на два-три солнечных радиуса, возникают из темноты у меня на глазах. Но антенны в Бадарах их не видят, они, будто папарацци, ждут главную звезду — когда она проснётся, встанет, погуляет над Землёй и вновь ляжет спать.

Возможно, прочие «жители» Млечного Пути точно так же страдают от повышенного внимания. Но их свет — свет устаревший. Полярная звезда, например, уже на 447 лет старше той версии себя, которую я вижу. Тысячи других ярких точек смотрят на меня, то и дело собираясь в созвездия. А я смотрю на них, пока не перестаю чувствовать пальцы ног и не ухожу обратно по самой тихой и самой звёздной улице. ^_^

Карбон и полигон

Будущее климата: проверка на местности

✍ Андрей Константинов



Что будет с климатом к середине XXI века? Мы, конечно, все слышали про глобальное потепление. Но чтобы всерьёз строить прогнозы, у науки маловато данных. Любая природная система уникальна. Чтобы оценить её влияние на климат, придётся учесть множество факторов: особенности почв, виды растений, микроклимат, рельеф... Несколько лет назад Министерство науки и высшего образования России запустило масштабный проект — карбоновые полигоны. Это своего рода тестовые площадки, на которых испытывают технологии измерения, мониторинга и контроля парниковых газов. МГУ совместно с Yandex Cloud объявил о запуске карбонового полигона «Чашниково» в Московской области. Мы встретились с учёными Московского университета, чтобы узнать, зачем в Чашниково и по всей России создают карбоновые полигоны и как они устроены.

Содержание парниковых газов в атмосфере сейчас самое высокое за последние 800 тысяч лет. Эти газы окутывают Землю, удерживая солнечное тепло, что приводит к росту глобальной температуры и другим изменениям климата. Чтобы потепление не превратилось в катастрофу для человечества, землянам придётся снизить выбросы углерода. А для этого нужны точные знания — в частности, о том, сколько парниковых газов выделяется и поглощается разными территориями страны.

«Карбоновый полигон» — словосочетание новое, появилось в феврале 2021 года, когда, собственно, Минобрнауки и запустило этот проект. Карбоновыми полигонами называются потому, что речь идёт прежде всего о выбросах диоксида углерода (по-латыни *carboneum* — уголь) и только потом о других парниковых газах, таких как метан или закись азота. Учёные выбирают участки с характерными для региона экосистемами и проводят на этой территории исследования и испытания новых технологий. Отсюда слово «полигон».

на 70%

должны сократиться выбросы парниковых газов в России к 2030 году относительно уровня 1990-го.

Эксперимент проходит в масштабах всей страны, от Сахалина до Калининградской области. В России сейчас 19 действующих полигонов общей площадью почти 40 тыс. гектаров. Морской карбоновый полигон развернут в Краснодарском крае — в Голубой бухте Чёрного моря. Аграрные карбоновые полигоны работают в Башкортостане и Татарстане. На основе данных, полученных со всех площадок, создают модели машинного обучения, которые будут прогнозировать динамику выделения и поглощения климатически активных газов.

Полигон в Чашниково выглядит как обычнейшее Подмосковье: луг, пруды, овраги, вдали виднеются поле и корпуса агробиостанции, на которой проходят практику студенты-почвоведы из МГУ. Рядом лес, с виду тоже вполне обычновенный, — полигон ведь и должен содержать типичные для региона ландшафты,

Карбоновый полигон «Чашниково»

Площадь
605,9 га

Место

Полигон расположен на южных отрогах Клинско-Дмитровской гряды, характеризуется преобладанием моренного и долинного ландшафтов. На территории есть мелкие водные объекты (пять прудов и ручей).

Растительность

Преобладают хвойные и смешанные леса (ель, берёза, клён, дуб, липа). Встречаются заболоченные осиново-берёзовые и черноольховые леса. Травянистые сообщества представлены суходольными и пойменными лугами.

Почвы

Наиболее распространённые — дерново-подзолистые, занимают 47% площади полигона. В пойме реки Клязьмы сформированы аллювиальные почвы (дерновые, луговые, лугово-болотные и болотные) — 37%. На остальной территории — разные типы болотно-подзолистых и дерново-глеевых почв.

быть своего рода усреднённым портретом природы Подмосковья. Тропинка между елей и берёз ведёт к белой измерительной вышке, возвышающейся над лесом. На вышке метеорологические приборы и газоанализаторы, внизу красная табличка с надписью «Внимание! Идёт эксперимент». Автоматическая система мониторинга воздушных аэрозолей на вышке должна фиксировать потоки углекислого газа, водяного пара и метана раз в полчаса — и так круглый год.

Оборудование только начинает поступать. Недавно, например, привезли беспилотный аппарат с газоанализатором, скоро подъедут приборы для исследования фотосинтеза и дыхания растений — они ведь, как известно, не только запасают углерод при фотосинтезе, но и выделяют при дыхании.

На полигоне в Чашниково работают учёные четырёх факультетов МГУ (почвоведения, биологического, географического и химического): проводят замеры потоков газов, поднимающихся с поверхности почвы, исследуют



дыхание растений. Ещё они изучают проблему «чёрного углерода» — частиц, образующихся в результате неполного сгорания ископаемого топлива и прилетающих в основном из городов. Большое количество таких частиц способно усугубить парниковый эффект.

Геоботаники вместе с почвоведами занимаются оценкой запасов углерода в биомассе и почве разных экосистем. Биомассу леса определяют с помощью спутниковых снимков Института космических исследований РАН — там есть готовая большая база данных. Оценить запасы углерода в почве намного сложнее, но это важная информация. Например, подземная биомасса травянистых экосистем нередко содержит намного больше углерода, чем надземная.

Из объявлений будущего

Уважаемые учёные-климатологи! Страйтесь поменьше волноваться и дышать спокойно. Так вы вырабатываете меньше парниковых газов.

Почвоведы классифицируют подмосковную экосистему как «южную тайгу» и говорят, что в таёжных экосистемах соотношение углерода в почве и деревьях примерно равное, но торопиться с выво-

19

Количество действующих карбоновых полигонов

400 км²

Общая площадь полигонов

дами не стоит. А ведь в расчёты надо ещё включать лесную подстилку: опавшие листья, ветки, другие органические остатки на поверхности земли, а также кустарники, травы, мхи. Нужно оценить фауну — червей, которые во многом и создают почву. Они преобразуют поступающий в неё материал и перемещают его на большие глубины, насыщая земляную толщу углеродом. Поэтому чем больше червей, тем лучше. Почвоведы уже оце-

нили, сколько их в местном лесу: взяли кубометр почвы и пересчитали червей вручную по стандартной методике.

— Изначально Чашниково — это агробиостанция, переданная МГУ в 1949 году после печально знаменитой сессии ВАСХНИЛ. Там ведь и генетику разгромили, и биологической науке пальцем погрозили — мол, слишком далека она от сельского хозяйства. Вот почвоведам и дали агробиостанцию, чтобы МГУ проводил здесь аграрные исследования. Так что Чашниково — наше гнездо, мы здесь давно работаем. Это земля МГУ, здесь можно запускать любые научно-инвестиционные проекты без бесконечных разрешений и согласований, — рассказывает профессор **Александр Ольчев**, климатолог с географического факультета МГУ и член Экспертного совета при Минобрнауки России по вопросам развития технологий контроля углеродного баланса.

— Выбор места определялся только его доступностью?

— Не только! Большое достоинство Чашникова — мозаичность ландшафта. Здесь и населённый пункт, и лесной массив, и сельхозугодья. Благодаря этой мозаике мы работаем с реальным ландшафтом Центральной России, а не с каким-то одним эталонным типом экосистемы.

— Но ведь и ваш, и другие карбоновые полигоны не включают города. Разве не мегаполисы — главные источники парниковых газов?

— Антропогенные выбросы — это всего около 5% от общих. К тому же их несложно оценить и включить в модель: по антропогенным выбросам существуют хорошие базы данных. Вообще, природа должна



Карта действующих и планируемых карбоновых полигонов при организациях Минобрнауки России

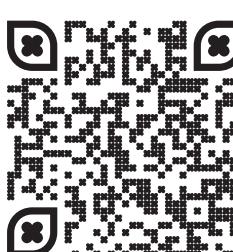
Из новостей будущего

Состоялась последняя в истории очная конференция учёных, исследующих изменение климата. Отныне климатологи будут общаться только дистанционно. «Конечно, очень хочется лично пожать руку коллегам, а некоторых даже обнять. Но поездка каждого учёного на мероприятие существенно увеличивает выбросы парниковых газов. Поэтому пожимать руки и обниматься будем только с помощью сенсорных интерфейсов, благо сейчас они есть в доме у каждого», — заявил председатель конференции академик Альберт Карбонович Метанов.

с ними справляться, ведь природные экосистемы не только выделяют парниковые газы, но и обладают мощнейшим потенциалом для их поглощения. Но из-за того, что антропогенные выбросы быстро растут, а ещё из-за нарушения структуры землепользования, вырубки лесов и загрязнения океана природа перестала справляться.

— Поглощают углекислый газ в первую очередь леса?

— В масштабах планеты — в первую очередь океаны: водоросли и фитопланктон. А леса бывают разные. У деревьев тоже есть срок жизни — после какого-то момента они перестают активно набирать углерод, тогда их надо вырубать и пускать на производство всевозможных материалов, от бумаги до мебели: это ведь тоже долговременное запасание углерода. Чтобы леса оптимально развивались, ими надо управлять, как и любыми экосистемами, — например, с помощью санитарной рубки, прореживания, удаления древостоя. Будущее за управляемыми экосистемами. ^_^





Создать новый ген из наследия предков



Эволюция делает новые гены из особо стабильных кусков старых. Учёные из Института биологии гена РАН и Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН изучили ген lawc плодовой мушки дрозофилы.

Учёные смогли определить, что он появился всего около 68 млн лет назад у общего предка дрозофил. По меркам эволюции это немного (самым старым генам, общим для всех эукариот, больше полутора миллиардов лет), а значит, на примере lawc можно понять, откуда берутся новые гены.

Оказалось, что lawc содержит два больших куска, совпадающих с фрагментами другого гена мушки, куда более древнего. И там эти куски не



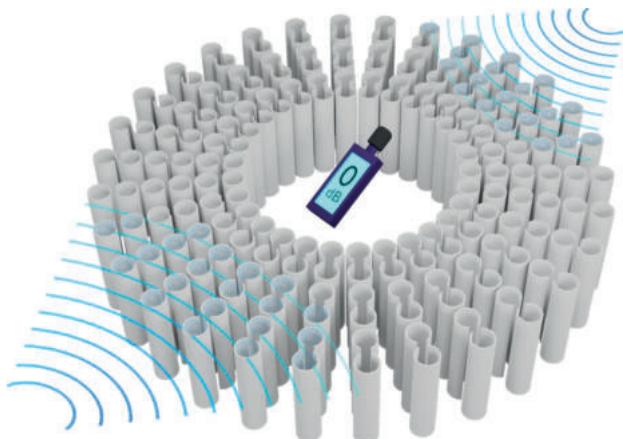
Напомним, плодовые мушки *Drosophila melanogaster* уже лет сто являются любимым объектом изучения генетиков. Этим миным насекомым наука обязана тысячами открытий!

кодируют белок, а используются для служебных нужд — регулируют активность гена. То есть природа берёт важные фрагменты имеющихся генов и из них, как из конструктора, строит новые.

«Потенциально подобные механизмы можно будет использовать в биотехнологии, например, для создания искусственных генов с интересующими учёных свойствами», — говорит руководитель проекта, старший научный сотрудник отдела регуляции генетических процессов Института биологии гена РАН Ольга Симонова.

Исследование поддержано грантом Российской научного фонда.





Превратить шум в источник энергии

Университет ИТМО (Санкт-Петербург) выиграл [мегагрант](#) Российского научного фонда на исследования в области акустики. Одно из направлений работ — борьба с шумом. «Города становятся всё громче, а традиционные технологии шумоподавления уже не справляются со своей задачей: они громоздкие, узкоспециализированные и часто малоэффективны на низких частотах», — цитирует пресс-служба университета одного из руководителей акустической лаборатории Нового физтеха ИТМО

Андрея Богданова. Учёные хотят разработать акустические метаструктуры — материалы, которые не просто подавляют шум, а поглощают звуковую энергию и преобразуют её в электричество.

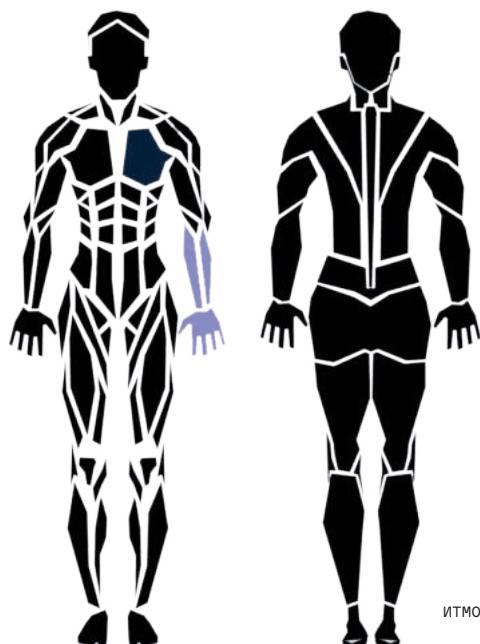
Среди других направлений — медицинские датчики, которые прикрепляются к телу и автоматически анализируют звуки сердца или лёгких. А ещё разработка акустического пинцета, позволяющего захватывать и перемещать микроскопические объекты с помощью звука. Это тоже может пригодиться медикам.



Похвалить ребёнка, чтобы обогатить его речь

Психологи МГУ им. М.В. Ломоносова в составе [международного коллектива](#) провели исследование поведенческих установок родителей. В нём участвовали больше трёх тысяч мам и пап из России, Великобритании и Норвегии. Каждый заполнял опросник для оценки интуитивных теорий воспитания и подробную анкету о речевом развитии своего ребёнка в возрасте от 1 года до 3 лет.

Выяснилось, что российские родители чаще опасаются, что чрезмерная эмоциональная отзывчивость взрослых может навредить развитию ребёнка. Например, они стараются не хвалить малыша лишний раз, боясь, что он вырастет избалованным. Однако данные, полученные психологами, показывают, что чем больше детей хвалят, тем богаче оказывается их словарный запас. «Ребёнок нуждается в одобрении и отклике даже на незначительные достижения, будь то удачное звукоподражание или впервые произнесённый слог», — отмечает Маргарита Гаврилова, младший научный сотрудник кафедры психологии образования и педагогики факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова.



Занести боль в дневник

Онлайн-дневники для пациентов разрабатывают специалисты из БФУ им. И. Канта (Калининград) совместно с коллегами из Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова.

Сервис на основе искусственного интеллекта позволит больному рассказать о самочувствии лечащему врачу, не выходя из дома, и оперативно получить рекомендации. На интерактивной схеме пользователь сможет указать, где у него болит, и степень болевых ощущений.

Проект выполняется в рамках федеральной программы «Приоритет-2030».



Похож ли квантовый компьютер на кота Шрёдингера

✍ Виталий Лейбин



Квантовые компьютеры будущего смогут решать нерешаемые пока задачи, почти полностью победят ошибки и станут такими же привычными, как нынешние ноутбуки и телефоны. Они привнесут в нашу жизнь парадоксальное волшебство квантового мира мельчайших объектов, которые, как и кот Шрёдингера, могут одновременно пребывать в разных состояниях. Руководитель сектора квантовых вычислений Центра квантовых технологий физического факультета МГУ, руководитель научной группы Российского квантового центра Станислав Страупе рассказал «КШ», где передний край науки о квантовых технологиях и как в одном из корпусов физфака прямо сейчас делается будущее.

Главный тренд квантовых вычислений

Где сейчас передний край квантовых вычислений, самые многообещающие направления развития?

Какого-то одного лидирующего тренда нет. Есть кубиты на ионах, на нейтральных атомах, на фотонах, сверхпроводящие и полупроводниковые кубиты, но непонятно, какой из этих путей приведёт к созданию масштабируемого устройства. Хотя прогресс, конечно, достигнут значительный. Если десять лет назад система из десятка кубитов считалась достижением мирового уровня, то сегодняшние разработки насчитывают десятки и сотни кубитов. А рекордсмен — чип Condor от компании IBM — и вовсе содержит 1121 кубит. Но пока это скорее демонстрация возможности для масштабирования, потому что использовать тысячу кубитов одновременно невозможно.

Важнее другое: в этом году сразу на нескольких системах — сверхпроводящих кубитах Microsoft и ионах Quantinuum — была проведена успешная коррекция ошибок. Эксперименты показали, что операции с логическими кубитами могут выполняться точнее операций с физическими кубитами, из которых состоят логические. Это первый шаг к созданию устойчивой к ошибкам архитектуры квантовых компьютеров.

Как это вообще возможно?

Есть разные пути. Например, классическое подавление ошибок, когда вы пытаетесь разными методами увеличить отношение сигнала к шуму. Это отчасти работает, но не является панацеей. А есть квантовая коррекция ошибок, которая позволяет избавиться от шумов практически полностью.

Вычислительное преимущество, которое мы можем получить благодаря квантовой физике, основано на принципе суперпозиции (фундаментальный принцип квантовой механики, который позволяет частицам быть одновременно в разных состояниях, как в знаменитом мыслительном эксперименте с котом Шрёдингера, который одновременно и жив, и мёртв. — «КШ»). В квантовой системе размерность пространства состояний растёт экспоненциально с увеличением числа кубитов. Даже относительно небольшое их количество даёт такое разнообразие состояний, что их невозможно смоделировать на обычном компьютере.

В числе прочего принцип суперпозиции позволяет исправлять ошибки. Пространство состояний не просто большое, оно ещё и линейное — это даёт возможность свести все потенциальные ошибки к дискретному набору и корректировать только его. В этом принципиальное отличие квантовых компьютеров от аналоговых вычислительных.

Это и есть важная веха, о которой вы говорили? Было установлено, что квантовая коррекция ошибок в принципе возможна?

Что она возможна в нашем реальном макромире. Многие считают, что процессы, протекающие в квантовом мире отдельных частиц, невоспроизводимы в больших системах, потому что они неизбежно трансформируются в классические либо становятся неуправляемыми, и есть неизвестный нам фундаментальный принцип, который запрещает существование кота Шрёдингера. Ну да, шрёдингеровские котики по улицам не бегают. А почему? Наверное, из-за неких законов, которые в физике микромира работают хорошо, но перестают выполнять при переходе от «микро-»

В 2024 году был сделан важный шаг: из нескольких кубитов собрали систему, которая оказалась менее шумной, чем составляющие её кубиты.

экспериментально создать квантовую систему большого масштаба очень сложно. В том числе и поэтому так важен прогресс, который мы наблюдаем в последние несколько лет. Теперь мы точно знаем, что можем делать системы настолько большие, что они уже не моделируются на классическом компьютере. Некоторые учёные полагали, что и это невозможно, что мы никогда не научимся управлять сотнями кубитов. Граница между классическим и квантовым миром, конечно, условная. Неизвестно, с какого числа начинается куча. Но понятно, что чем больше частей взаимодействует, тем больше система стремится вести себя как классическая. Мне кажется, очень важное достижение состоит в том, что мы эту границу постоянно отодвигаем.

В общем, коты Шрёдингера по улицам пока не шастают, но маленькие квантовые компьютеры уже есть! Это так.

к «макро-». По сей день нет полной ясности, как именно классический мир возникает из квантового при росте масштаба. И когда вы пытаетесь собрать достаточно большой квантовый компьютер, нет ли здесь риска, что эта система уже не будет квантовой? Никаких теоретических предпосылок для того, чтобы это было именно так, нет. Но

На чём работают квантовые компьютеры

Какие бывают квантовые компьютеры и на каких физических платформах они создаются?

Есть сверхпроводящие кубиты, кубиты на ионах и нейтральных атомах, фотонах, а также самые разные полупроводниковые структуры: квантовые точки, примесные атомы. Я занимаюсь двумя направлениями — квантовыми вычислителями на нейтральных атомах и на фотонах. В чём преимущества и недостатки каждой из платформ?

Сверхпроводящие кубиты считались самым перспективным направлением ещё несколько лет назад. Этот путь выбрали Google и IBM. Но, достигнув определённого уровня развития, они столкнулись с проблемами, которые растут оттуда же, откуда и преимущества. Сверхпроводящий кубит — это, по сути, электрический колебательный контур. Делает сверхпроводниковые осцилляторы кубитами контакт Джозефсона — тонкий слой диэлектрика между металлами-сверхпроводниками, через который благодаря квантовому туннельному эффекту проходят пары электронов. Иметь дело с такими кубитами удобно, но есть и минус: они все чуть-чуть разные. Поэтому шумы тоже специфичны для разных кубитов и определяются тем, как они расположены на подложке. И ещё одна проблема. Сверхпроводящие кубиты — это не отдельные атомы или ионы, это относительно большие структуры, некоторые их компоненты видны практически невооружённым глазом. И когда вы пытаетесь сделать чип, скажем, на 1000 кубитов, он неизбежно окажется большим. А работать это всё должно при очень низкой температуре — 10 милликельвинов.

Почти абсолютный ноль?

Да, почти ноль, но тут есть градации. 4 кельвина — тоже очень холодно, но это температура жидкого гелия, который давно научились получать. А 10 милликельвинов требуют принципиально более сложной технологии охлаждения. Когда вы пытаетесь делать крупные структуры с большим количеством подводящих проводов, возникает проблема: мощности криостатов не хватает. Сейчас прогресс в области сверхпроводниковых квантовых компьютеров тормозят инженерные ограничения.

Ионные кубиты. Если у атома отобрать электрон, получится заряженный ион, который можно удерживать

Квантовые компьютеры

Квантовые компьютеры – пока ещё экспериментальные вычислительные устройства, использующие удивительные законы микрочастиц (законы квантовой механики), чтобы решать задачи, которые на обычном компьютере решать невозможно или очень долго.

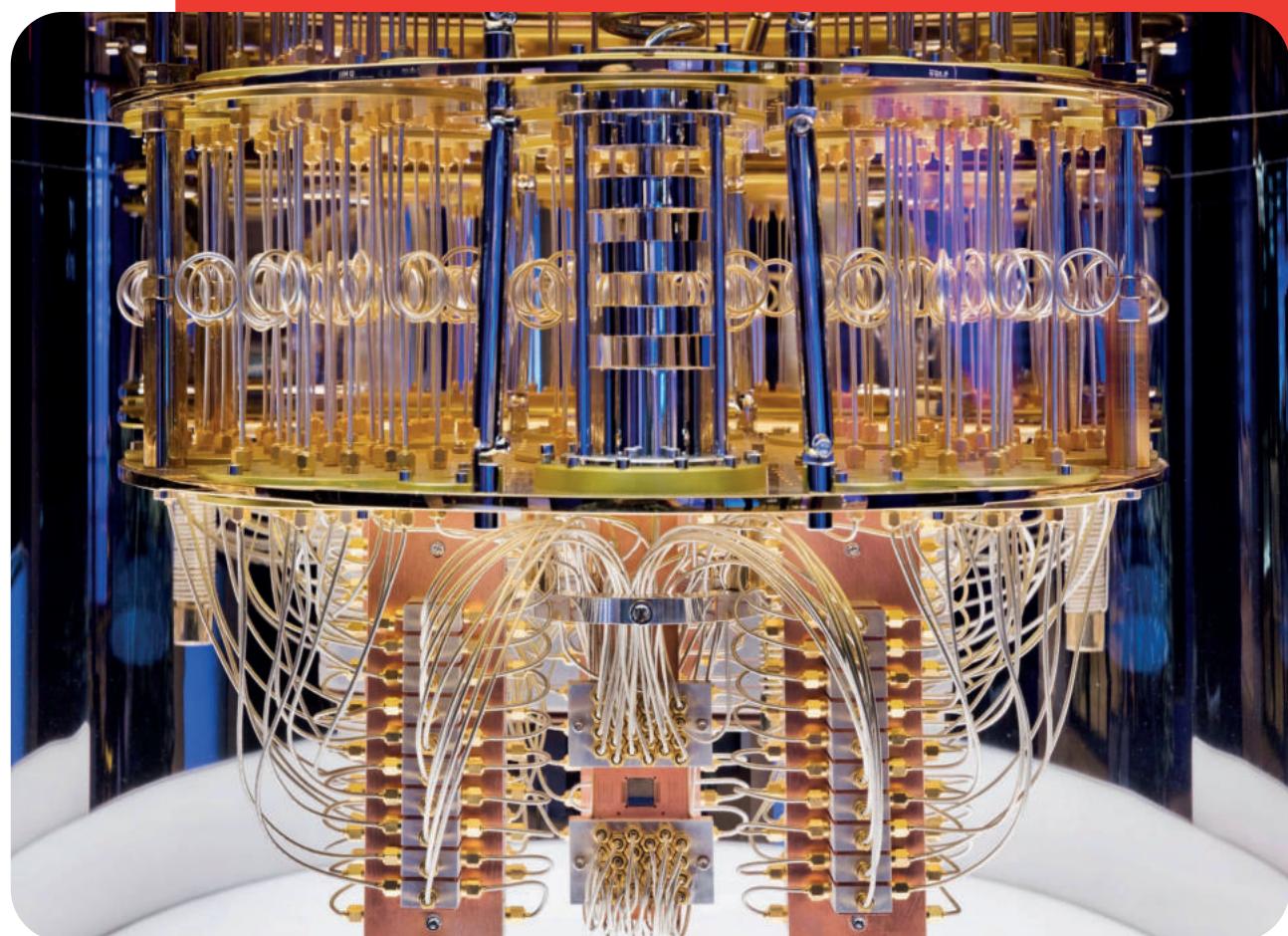
Обычные компьютеры совершают операции с битами – мельчайшими переключателями, которые принимают значения 0 или 1. При этом на одном чипе могут быть миллиарды битов информации. Квантовые компьютеры оперируют кубитами – квантовыми битами, которые принимают не одно значение на выбор, а находятся в суперпозиции разных состояний, то есть одновременно принимают значения

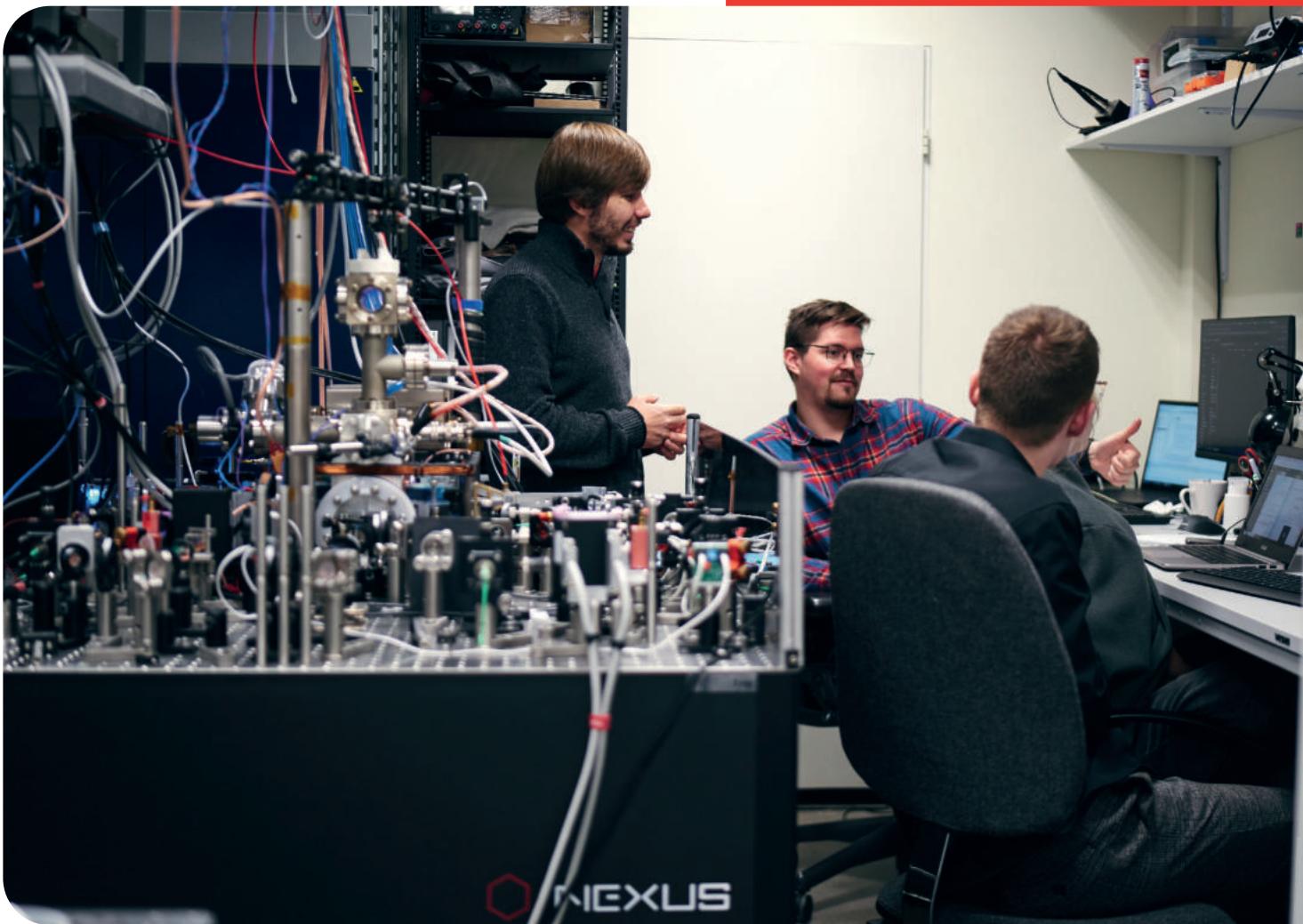
и 1, и 0. Так же кубиты могут взаимодействовать и связываться друг с другом. Количества состояний, с которыми может иметь дело квантовый компьютер, растёт экспоненциально с увеличением числа кубитов. Программы для таких компьютеров тоже пишут особые – с использованием алгоритмов, основанных на квантовой механике.

Лучше всего квантовый компьютер будет справляться с задачами, решение которых невозможно найти перебором за разумное время. Например, он сможет быстро взломать любой неидеальный, то есть не квантовый, шифр, а ещё, как надеются учёные, будет находить оптимальные формулы лекарств

от различных болезней или оптимальные структуры новых материалов.

Развитие квантовых технологий достигло важного рубежа: основанные на них компьютеры уже настолько большие, что их нельзя смоделировать на обычных машинах, но ещё недостаточно точные для запуска по-настоящему полезных алгоритмов.





радиочастотными полями. Из нескольких таких ионов собирают цепочку и с помощью лазера воздействуют на неё — получается своего рода «шина данных», которая позволяет ионам обмениваться информацией друг с другом. В этом, кстати, состоит уникальность ионов: каждый кубит связан со всеми остальными — учёные научились выполнять на них очень точные логические операции. Ионы сейчас рекордсмены по точности.

Но есть нюанс: высокая точность требует большого количества ионов. Чтобы убрать тепловые шумы, приходится охлаждать всю цепочку почти до абсолютного нуля. Преимущество ионов перед сверхпроводниками в том, что это делается лазером, а не криостатом. Но когда ионов много, охлаждать их колебания

становится гораздо сложнее — просто потому, что они могут колебаться множеством разных способов.

50 ионов в цепочке — максимум, который пока удавалось использовать. То есть и здесь возникает проблема с масштабированием. Но она решается: сейчас разрабатывают чип с планарными ловушками для ионов. В таком чипе ионы фиксируются электромагнитным полем — цепочек много, но каждую из них можно охлаждать по отдельности, а когда нужно добиться взаимодействия, их совмещают. Именно в такой структуре были проведены эксперименты по коррекции ошибок.

Кубиты на нейтральных атомах. Тут много общего с ионными кубитами, но поскольку атомы нейтральны, их невозможно удержать электромагнитным полем.

Одиночные атомы захватывают оптическим пинцетом — сфокусированным лазерным лучом. Так, например, делаем мы в лаборатории МГУ. Кубит кодируется во внутренних степенях свободы этого одиночного атома. Поскольку атомы не взаимодействуют между собой, как заряженные ионы, мы можем собрать их в произвольную конфигурацию: двухмерную, трёхмерную — какую угодно! Но чтобы они работали как квантовый компьютер из многих кубитов, их всё же надо заставить взаимодействовать. Пока точность двухкубитных операций, которые обязательно требуют взаимодействия между атомами, оставляет желать лучшего, но каких-то принципиальных проблем вроде бы нет, и более-менее понятно, как довести количество кубитов от единиц до сотен, а может быть, и тысяч.

Сейчас их сколько?

У нас в лаборатории до 50 кубитов. В мире есть системы на нейтральных атомах размером в 70 кубитов, и с ними проводились эксперименты по коррекции ошибок. А если говорить о более простых вещах, то, например, систему из 256 одиночных атомов, с которыми можно проводить контролируемые операции, собрала в Гарварде группа Михаила Лукина. Компания Atom Computing получила массив из более чем 1000 одиночных атомов, но пока не продемонстрировала хорошие логические операции. Думаю, что в ближайший год мы увидим сотни — это точно, — а может, и тысячи кубитов.

Но и с этой технологией не всё гладко: основной инструмент здесь оптический пинцет, а у любой оптической системы есть ограничения, связанные с законами физики. Из этих ограничений следует, что сделать миллион оптических пинцетов в одной системе не получится. Иными словами, как шагнуть к неограниченному масштабированию, непонятно.

Кубиты на фотонах. Фотоны тоже не заряжены и совсем слабо взаимодействуют. Это большое преимущество, но и проблема: чтобы совершать двухкубитные операции, надо всё же заставить фотоны взаимодействовать. Есть трюки, которые позволяют это сделать, — правда, не всегда, а с определённой конечной вероятностью. Но есть некое триггерное событие, которое указывает, что взаимодействие произошло, поэтому

теоретически можно построить систему, которая будет работать без ошибок, но она требует большого количества вспомогательных фотонов. Всё упирается в технологию.

И источники, и детекторы фотонов сейчас делают на чипе — нужно научиться это масштабировать, сохранив высокую точность изготовления элементов интегральной фотоники на больших пластинах. Плюс всё это работает при малых температурах, хотя здесь достаточно температуры жидкого гелия, что является преимуществом по сравнению со сверхпроводниками — подходят криостаты гораздо более простой конструкции. И есть надежда получить квантовые компьютеры довольно приличных размеров. По крайней мере компания PsiQuantum обещает миллион кубитов. Но не говорит, когда именно.

Полупроводниковые кубиты. Многообещающая технология, но не моя область. Могу только сказать, что здесь две проблемы. Во-первых, это очень сложно технологически: структуры наноразмеров предъявляют самые высокие требования к нанофабрикации. Во-вторых, достаточно трудно бороться с шумами с физической точки зрения, ведь это система из обычных твёрдых тел — кубиты, как бы они ни были реализованы в полупроводнике, погружены в «шумящую» твердотельную матрицу. Но зато, наверное, это единственная система, в которой я могу представить миллион кубитов, — это как миллиарды транзисторов на кремниевом чипе в процессоре мобильного телефона.



Но вот удастся ли побороть шумы до уровня, когда станет возможным эффективно корректировать ошибки, покажет будущее. Пока на полупроводниках рекорд — 12-кубитная система, которую создали Intel вместе с Делфтским техническим университетом.

Между наукой и инженерией

Расскажите о какой-нибудь последней работе вашей группы. Какие проблемы вы сейчас решаете?

Последние несколько лет мы работаем в соответствии с утверждённой дорожной картой по квантовым вычислениям. Это государственная программа, направленная на создание 50-кубитного квантового компьютера. В стране есть несколько научных групп, которые пытаются это сделать с использованием разных технологий. Мы занимаемся двумя прототипами — на фотонах и на атомах.

На фотонах текущие показатели более скромные, хотя у этой технологии есть интересные преимущества. Заветные 50 кубитов мы надеемся уже

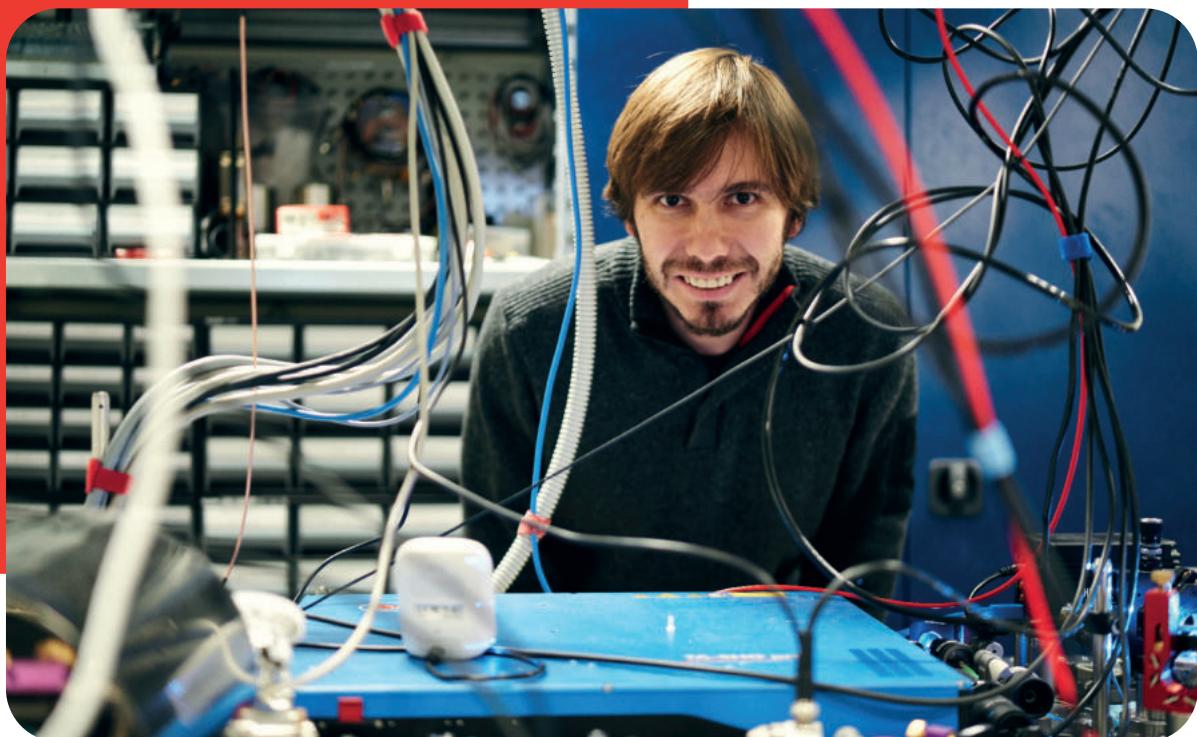
в ближайшем будущем продемонстрировать с помощью установки на атомах. Собирать её начали ещё в пандемию. Хорошо помню, как это было: всех посадили на карантин, и тут как раз начало поступать оборудование. Нам разрешили приезжать по несколько человек в лабораторию и что-то делать. С тех пор мы постоянно совершенствуем систему — со временем стало понятно, что это один из путей к созданию действительно большого квантового регистра. Установка расположена в одном из корпусов физического факультета МГУ.

Какого она размера?

Это оптический стол где-то полтора на три метра. Большую его часть занимают лазерная система, которая используется для охлаждения и управления состояниями атомов, для создания оптического пинцета, и вакуумная система с оптическим доступом. Это сверхвысокий вакуум. Мы убираем всё лишнее, оставляя только источник паров рубидия. Захватываем пары рубидия в оптическую ловушку и охлаждаем лазером. А из холодного облака газа выхватываем одиночные атомы. Температуры, при которых всё это работает, — десятки микроКельвинов.

Как строилась ваша научная карьера?

На втором курсе я пришёл на кафедру квантовой электроники, в лабораторию Сергея Кулика, моего научного





руководителя. Это известный специалист по квантовой оптике. Собственно, тогда я и начал заниматься фундаментальной наукой, связанной с исследованием хитрых квантовых состояний фотона. Защищил диссертацию и уехал на несколько лет в Сингапур. Я приезжал в Москву, читал лекции, вёл семинары на физфаке, но большую часть времени проводил в Сингапуре. Там я научился работать с одиночными атомами и вернулся, чтобы применить полученные знания, воссоздать технику — поначалу в условиях достаточно ограниченных ресурсов. Потом появилось понимание, что здесь есть потенциал для квантовых вычислений, и ресурсов стали выделять больше. Нынешний уровень оснащения лаборатории я считаю очень неплохим.

Что вас больше вдохновляет: идея создания квантового компьютера или решение фундаментальных вопросов квантовой физики?

Однажды я понял, что хочу иметь большую цель. Чтобы всё, что я делаю, вело к значительному результату. Ведь как зачастую живут лаборатории? У них есть какая-то методика, и они пытаются её применить — делают то, что возможно в данных условиях на имеющемся оборудовании. А я хочу не так. Хочу, чтобы была большая цель. И квантовый компьютер в этом смысле хорошая цель. Она мотивирует. На её достижение не жалко жизнь потратить.

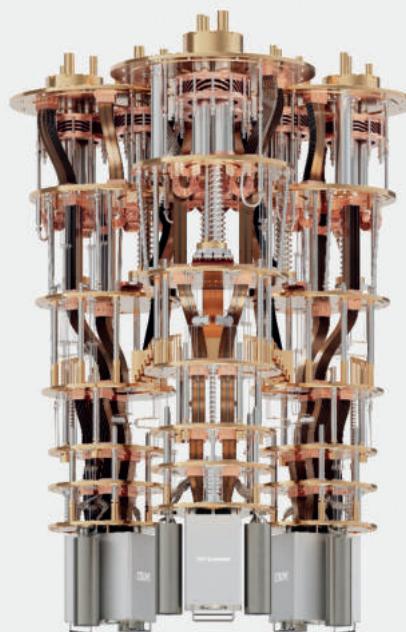
Хочется, конечно, чтобы онный компьютер в какой-то момент стал вычислительной машиной, на которой будут просто работать, не вникая в детали устройства. Ведь сейчас 99,9% пользователей понятия не имеют, как устроен процессор, который производит расчёты в компьютере. Мне хочется и квантовую

технологию довести до такого уровня, когда люди будут пользоваться квантовым процессором, не задумываясь, что он собой представляет.

До этого, конечно, ещё очень далеко. Может быть, эта задача скорее инженерная, чем научная. Но сейчас постепенно стирается грань, во-первых, между разными областями науки, а во-вторых, между наукой и инженерией. Мы навешиваем ярлыки: физик, химик, биолог, инженер. А природе, в общем-то, всё равно. И по мере того, как мы начинаем решать всё более сложные задачи, создаём всё более сложные системы, мы неизбежно становимся инженерами. Конечно, у таких инженеров должен быть хороший физический бэкграунд, а традиционное инженерное образование пока не подразумевает глубокого знания квантовой теории.

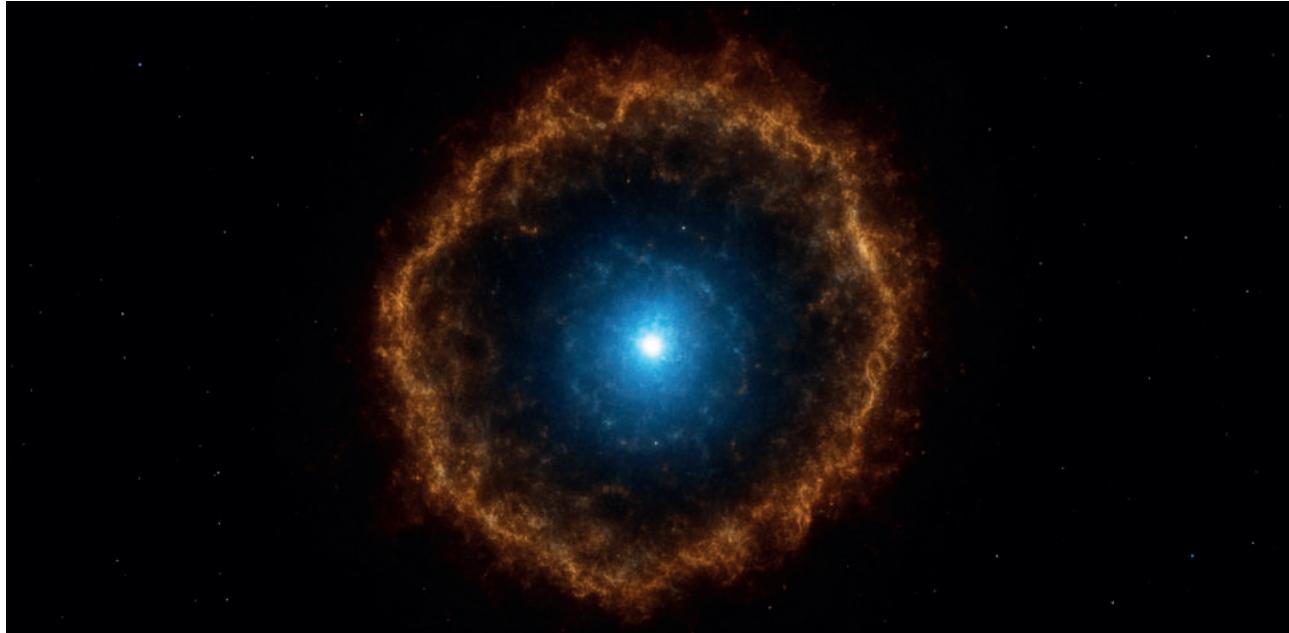
Я сейчас больше мотивирован прикладными задачами и не занимаюсь фундаментальной наукой в том смысле, что не предпринимаю попыток узнать что-то новое про природу. Я использую уже имеющийся громадный объём знаний, чтобы создать новый объект. ^_^

Текст подготовлен при поддержке гранта Минобрнауки России в рамках федерального проекта «Популяризация науки и технологий» (075-15-2024-571 от 14.05.2024).





Почему остывает молодая звезда?



Самая молодая (всего-то навсего 345 лет) нейтронная звезда в Галактике — Кассиопея А остывает быстрее, чем ранее предполагали учёные. За 20 лет наблюдений температура её поверхности уменьшилась на несколько процентов — сверхбыстрый процесс по меркам Вселенной.

По результатам исследования, поддержанного [грантом Российского научного фонда](#), быстрое остывание Кассиопеи А связано с мощными нейтринными реакциями, идущими вблизи её центра.

Учёные из Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН построили новую модель, которая призвана объяснить эту загадку и заодно показать, что происходит с веществом в ситуации огромной плотности. Ранее те же учёные и, независимо от них, астрофизики из Мексики и США предположили, что быстрое охлаждение нейтронной звезды объясняется возникновением сверхтекучего и сверхплотного вещества в её ядре. Новая теория не нуждается в сверхтекучести и связывает остывание с особо мощными нейтринными реакциями, которые протекают близ ядра и уводят оттуда энергию. «Можно надеяться, что дальнейшее изучение этой звезды позволит надёжно определить истинный сценарий ускоренного остывания. Это будет

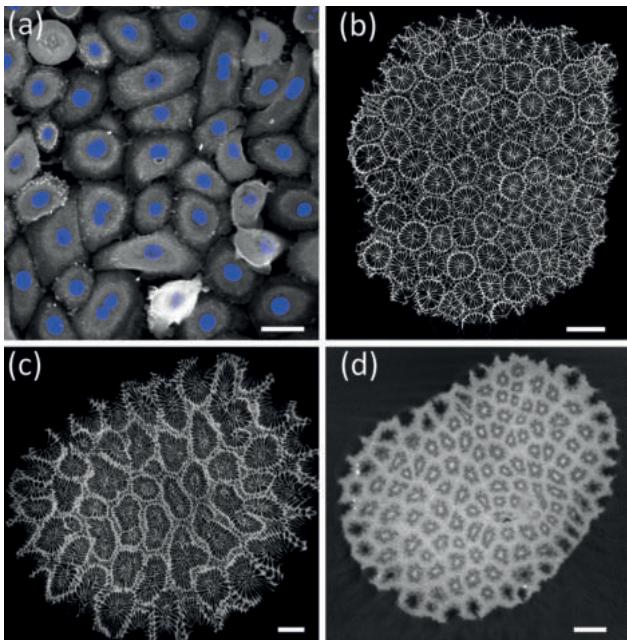
способствовать решению фундаментальной проблемы физики и астрофизики — определению свойств сверхплотного вещества и внутреннего строения нейтронных звезд», — считает соавтор работы, главный научный сотрудник Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН, член-корреспондент РАН Дмитрий Яковлев.

Нейтронные звёзды — безумно плотные объекты, которые по массе сравнимы с Солнцем, но имеют радиус лишь 10–20 километров. ×

Нейтрино (не путать с нейтроном!) — элементарные частицы без заряда и с очень маленькой массой. Долгое время считалось, что её вообще нет. С обычным веществом практически не взаимодействуют: каждую минуту сквозь наше тело пролетают миллиарды нейтрино, а мы их даже не замечаем.

Нейтринные реакции — ядерные реакции с участием нейтрино, в обычных условиях очень-очень редкие.

Сверхтекучесть — квантовое свойство вещества, при котором оно теряет вязкость и способность к внутреннему трению, что позволяет ему течь через мельчайшие щели и капилляры без сопротивления.



Что общего у морских кораллов и клеток человека?

Сразу ответим на вопрос в заголовке: и те и другие образуют сходный рисунок. Учёные из Южного федерального университета (Ростов-на-Дону) и Университета Монпелье (Франция) сравнили расположение клеток эпителия шейки матки человека и колонии кораллов. Оказалось, что и полипы в коралле, и наши клетки одинаково упаковываются в шестиугольные или пятиугольные соты. 43–51% как клеток, так и полипов имеют по шесть соседей, 25–27% — по пять, остальные — по четыре, шесть, восемь или девять. Учёные также создали математическую модель, показывающую, что это не случайно. Такую же геометрию имеют частицы, если между ними действуют силы отталкивания, но при этом они должны упаковываться в одной плоскости.

Исследование поддержано грантом Российской научного фонда.

Как избавить топливо от вредной серы?

Для того чтобы нефтепродукты при сжигании не выделяли ядовитые загрязнения, их надо очищать от серы. Химики из МГУ им. М.В.Ломоносова и РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина создали новый эффективный катализатор, который помогает окислять серу и при этом не взаимодействует с ценными компонентами нефти.

Катализаторы — это вещества, ускоряющие химические реакции. Их производство — сердце химической промышленности. Новый катализатор создали на основе оксида молибдена, в него входят

Кто кого растворяет?

Самую крупную базу данных растворимости органических соединений в неводных растворителях создали учёные из Института общей и неорганической химии им. Н.С.Курнакова РАН, НИУ ВШЭ, МГУ им. М.В.Ломоносова и Венского университета. В новой базе более 100 тысяч экспериментальных значений. Она может использоваться для прогнозирования растворимости химических веществ и разработки новых материалов.



Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки России.



сульфогруппы и органические вещества. Всего за 15 минут при комнатной температуре он окислил почти 100% серосодержащих соединений в модельном топливе и 78% — в реальном дизельном.

Исследование поддержано грантом Российской научного фонда.

ПРО БУДУЩЕЕ

ПОЧУВСТВОВАТЬ КОЛЛАЙДЕР



ВСТРЕЧА

Новый российский коллагер NICA поможет перенестись в начало Вселенной. А ещё — лечить рак, летать в космос и многое другое



С БОГИНЕЙ

Григорий Тарасевич

Ника. У древних греков так звали богиню победы. Её обычно изображают крылатой, а в руках — либо горящий факел, либо кольцеобразный венок. Всё это служит хорошей метафорой для новой установки NICA, которую создают в подмосковной Дубне, в [Объединённом институте ядерных исследований](#). Расшифровывается аббревиатура так: Nuclotron-based Ion Collider fAcility. Этот коллайдер — один из самых многообещающих научных инструментов в России, да и, наверное, во всём мире. Цель — не просто разогнать частицы до невероятных скоростей, а воссоздать в лабораторных условиях состояние Вселенной в первые мгновения после Большого взрыва, чтобы понять, как из первозданного «бульона» родилась видимая нами материя. Но это далеко не всё. Шеф-редактор «Кота Шрёдингера» отправился в Дубну, чтобы посмотреть на легендарную установку, которая скоро заработает в полную мощь.

Точка столкновения

Огромный зал, наполненный тихим гулом приборов. Передо мной здоровенный синий цилиндр высотой примерно с четырёхэтажный дом. Это главный детектор коллайдера — MPD, Multi-Purpose Detector. Слоистой структурой эта многотонная конструкция напоминает луковицу. Каждый слой фиксирует следы столкновения тяжёлых ионов. Под цилиндром рельсы. Скоро детектор перевезут по ним в другую часть зала — туда, где тянется синяя труба основного кольца коллайдера. С точностью до долей миллиметра огромный детектор присоединят к каналам, по которым мчатся разогнанные до безумных скоростей потоки тяжёлых атомных ядер. И в месте столкновения этих потоков начнётся самое интересное.

Слово «коллайдер» у многих ассоциируется с Большим адронным коллайдером, работающим в Европе. Он дал миру бозон Хиггса и множество других открытий. Но сами коллайдеры появились давно, в середине 60-х годов XX века, и приоритет здесь принадлежит СССР (Институт ядерной физики в Новосибирске)



Объединённый институт ядерных исследований (ОИЯИ)

Один из крупнейших в России научных институтов. Расположен в наукограде Дубна, примерно в двух часах езды от Москвы. ОИЯИ — международная организация. Государствами-членами являются Азербайджан, Армения, Беларусь, Болгария, Вьетнам, Грузия, Египет, Казахстан, Куба, Монголия, Россия, Румыния, Словакия, Узбекистан. Ещё есть ассоциированные члены: Венгрия, Германия, Италия, Сербия, ЮАР, а также государства-партнёры: Бразилия, Китай и Мексика.

и Италии. Правда, таких возможностей, как у [NICA](#), тогда не было. Нет их даже у Большого адронного коллайдера.

Когда физики начинают объяснять принцип работы ускорителей гуманитариям вроде меня, они обычно используют такую метафору. Вот представьте: вы решили узнать, что находится внутри игрушечных машинок. Для этого вы разгоняете их как следует и сталкиваете друг с другом. Потом смотрите на следы от обломков и пытаетесь понять, как эти машинки были устроены.

С коллайдером похожая история. Потоки частиц разгоняют, сталкивают, а потом на детекторах смотрят, что образовалось в результате столкновения. На самом деле всё, конечно, намного сложнее и описывается не машинками, а многокилометровыми формулами, но суть такая.

Три кварка, три кварка, три кварка...

Вот самая-самая краткая история этого мира:

- После Большого взрыва появились кварки, глюоны, электроны, фотоны и другие элементарные частицы.





- Потом образовались протоны и нейтроны.
- Из нейронов и протонов получились ядра химических элементов.
- Элементы породили молекулы.
- Из сложных молекул появились первые живые организмы.
- Жизнь развилась до появления вида *Homo sapiens*.
- Часть самых продвинутых представителей этого вида стали физиками, которые теперь хотят понять всю эту большую историю, выяснить, что же происходило в первые мгновения после рождения Вселенной, и рассказать об этом представителям вида *Homo sapiens*, которые в физике не разбираются.

Вторая метафора для гуманитариев: колайдер NICA можно сравнить с машиной времени, которая перенесёт нас на тринадцать с лишним миллиардов лет назад, в первые миллисекунды после Большого взрыва.

В те далёкие времена Вселенная была очень-очень-очень горячей и очень-

очень-очень плотной. И не было в ней ещё той материи, из которой состоит нынешний мир. Сейчас в основе и людей, и котов, и планет, и звёзд лежат атомные ядра, состоящие из протонов и нейронов. Но не вздумайте называть их элементарными частицами, ибо они состоят из ещё более мелких частиц — кварков.

Эти кварки — очень странные существа. В отличие от остальных частиц, электрический заряд у них не целый, а дробный. Например, в протоне два кварка с зарядом $+2/3$ и один с $-1/3$. В результате получается $+1$. В нейтроне наоборот: два кварка по $-1/3$ и один $+2/3$, поэтому нейтрон такой нейтральный.

А ещё кварки различают по цветам (красный, синий, зелёный), которые не имеют ничего общего с привычными нам цветами, и по ароматам (верхний, нижний, странный, прелестный и т.д.). Эти ароматы уж совсем не имеют отношения к земным запахам и свидетельствуют лишь о креативности физиков.

Но главное — эти кварки практически никогда не гуляют поодиночке. По не совсем понятным причинам они всё время норовят «состоить на троих». Привычная нам материя — это всегда частицы по три кварка, соединённые фундаментальным «клеем» сильного взаимодействия — глюонами. Разорвать эту связь безумно сложно. Иногда они ещё образуют пары, четвёрки и другие комбинации, но они менее стабильны, чем протоны и нейтроны.

Сварить кварк-глюонный суп

В ранней Вселенной условия были очень суровыми. Дикое давление, температура в миллиарды, а то и триллионы градусов. Весь тогдашний мир был заполнен кварк-глюонной плазмой. Тут можно вспомнить третью метафору, которую одни физики используют в общении с гуманитариями, а другие считают уж слишком сильным упрощением. Итак, представим, что кварки — это шарики, а глюоны — пружинки,

которые соединяют их внутри протонов и нейтронов в устойчивую структуру. Тогда кварк-глюонная плазма — это такой суп, в котором шарики и пружинки хаотично перемешаны.

Но если всё-таки использовать физические термины, то обратимся к понятию «агрегатное состояние вещества». Как все мы помним, их четыре — главных: твёрдое тело, жидкость, газ и плазма. Так вот, кварк-глюонная плазма — это пятое состояние, нечто принципиальное иное. Ядро атома из таблицы Менделеева будет сохранять свои базовые химические свойства вне зависимости от того, кристаллизован материал, расплавлен или превращён в газ. В кварк-глюонной плазме никаких ядер нет — сплошные элементарные частицы. В этом состоянии вещество было в самом начале Вселенной. Возможно, сегодня оно всё ещё существует внутри нейтронных звёзд — космических объектов, которые по массе в пару раз больше



Солнца, но плотность их вещества доходит до миллиарда тонн на кубический сантиметр.

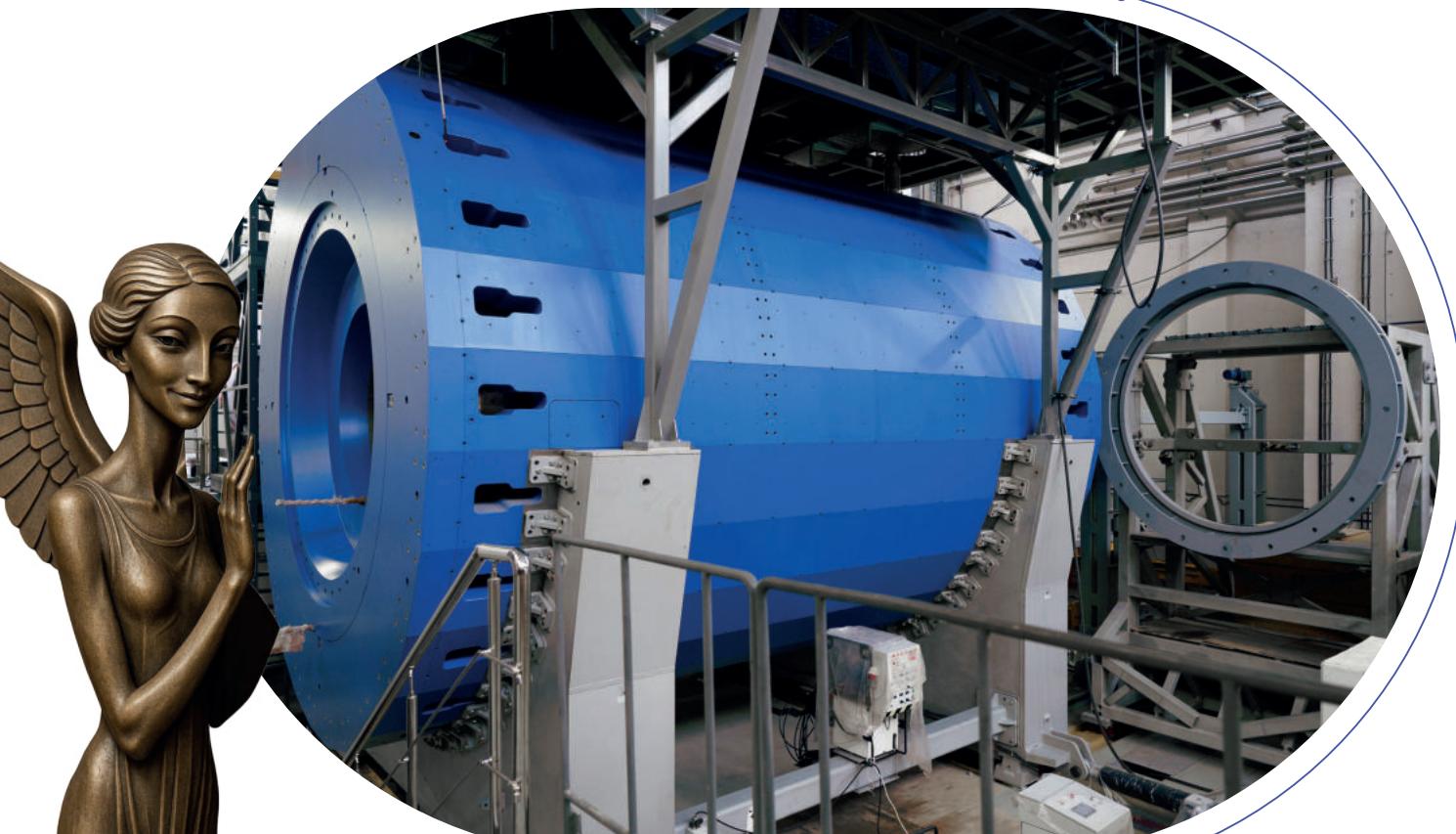
Вот это состояние материи и хотят получить физики в Дубне. Предполагается, что кварк-глюонная плазма напоминает непрозрачную жидкость. Впрочем, ни посмотреть на неё, ни разлить по пробиркам будет нельзя. За физическими процессами планируют наблюдать по их последствиям — частицам, которые образуются в результате реакций. Для этого и нужен огромный цилиндр, начинённый детекторами.

Ранее кварк-глюонную плазму удавалось получать в Большом адронном коллайдере. Когда я спрашиваю у физиков, зачем понадобилось строить ещё один ускоритель, они с жаром начинают объяснять, что европейская мегаустановка создавалась для других задач — она использует слишком большие энергии, чтобы можно было нормально изучать кварк-глюонную плазму. И снова приводят метафору:

представьте, что для изучения кипения чайника вы кинули его в доменную печь. Согласитесь, это не очень удобно. Коллайдер NICA нужен как раз для того, чтобы понять в деталях, как эта плазма образуется, как существует, а главное — как из кварк-глюонной мешанины получаются привычные нам протоны и нейтроны. Этот момент в каком-то смысле и можно считать рождением нашего мира.

Ускоритель льда и пламени

На NICA можно разгонять разные ионы и частицы: от простого протона до тяжёлых ядер золота. Каждому им нужно пройти непростой путь. Комплекс NICA — это не одна установка, а целый каскад из уникальных приборов, выстроенных в цепочку длиной почти в полкилометра. Я попытался представить себя атомом золота, который в итоге превратится в кварк-глюонную плазму.



Этот путь можно было бы именовать «Песнью льда и пламени», но мне сказали, что книгу с таким названием уже кто-то написал. «Пламени» — потому что частицы разгоняются до очень высоких энергий, эквивалентных миллиардам градусов. «Льда» — потому что в основе ускорителя лежат магниты на сверхпроводниках, которые работают при

очень низких температурах, что-то около -269°C , всего лишь на несколько градусов выше абсолютного нуля. Эта уникальная технология — предмет особой гордости физиков ОИЯИ. Сверхнизкие температуры обеспечивает жидкий гелий, который получают на самой мощной в России криогенно-компрессорной станции.

Репортаж, написанный ионом золота

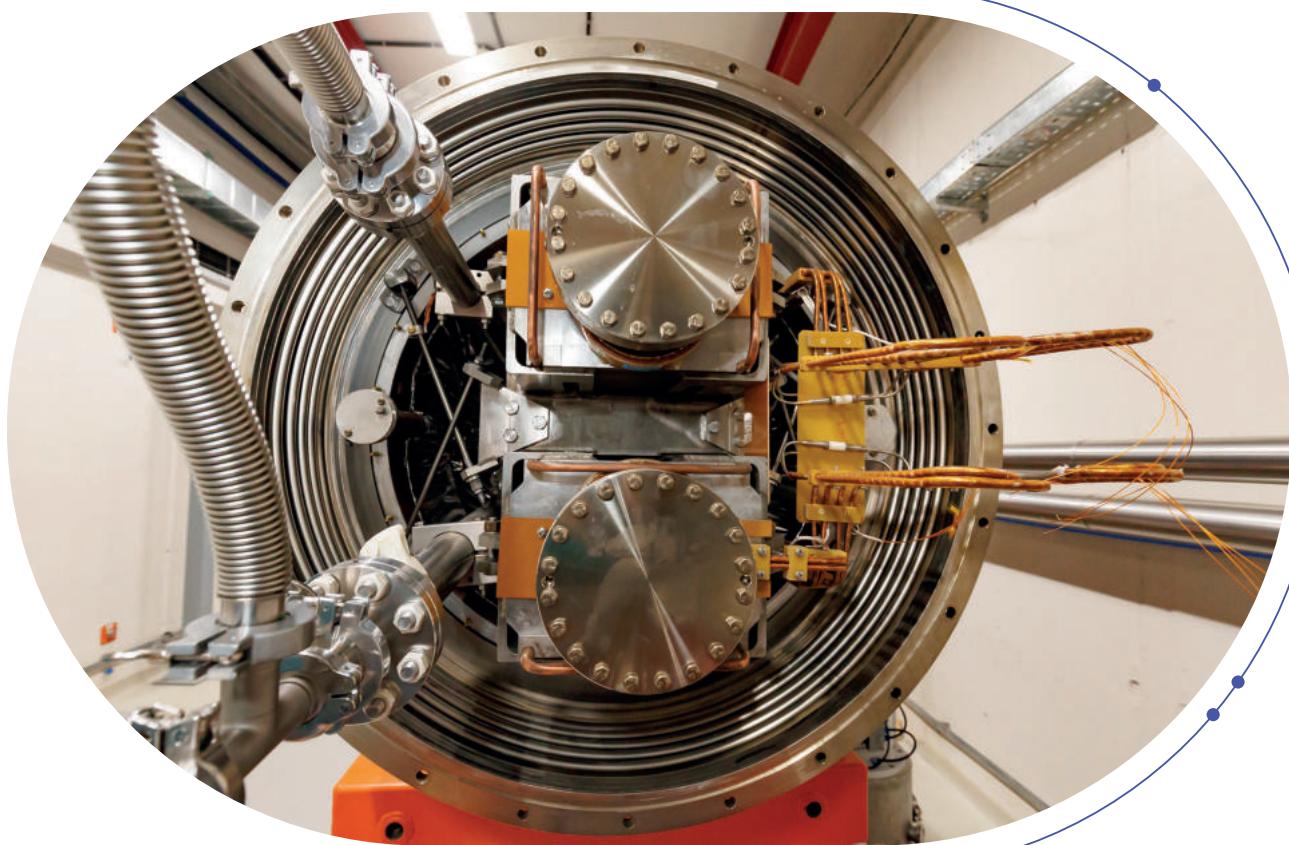
Итак, я атом золота. Меня зовут Au197. Ещё вчера я мирно покоился в тончайшей золотой фольге, а сегодня меня ждёт величайшее приключение — путешествие в глубь времени, к началу всего. Когда-то я вёл благородный образ жизни золотого атома, встроенного в металлическую решётку. Стабильность, независимость, уверенность в завтрашнем дне. Но тут начали происходить странные события... Мощный лазер вырывает меня из привычной реальности, отнимает верных спутников — электронов — и придаёт положительный заряд. Теперь я ион. Одинокий, голый и полный тревоги. Меня вместе с миллиардами таких же, как я, ждёт линейный ускоритель. Это длинный прямой туннель, где царит гул невероятной силы. Здесь на нас обрушаются мощные магнитные поля — невидимые волны энергии, которые, словно незримая рука, безжалостно толкают вперёд. С каждым толчком я набираю скорость. Ощущение странное: я не чувствую ускорения сам по себе, но вижу (насколько может видеть тяжёлый ион), как стены туннеля сливаются в сплошную серую полосу. Моя энергия растёт с пугающей быстротой. Из медлительного тяжеловеса я превращаюсь в стремительный снаряд. И вот из линейного, прямого как стрела, коридора нас мягко, с помощью изгибающихся магнитов, выводят в кольцо промежуточного ускорителя — бустера. Здесь всё иначе. Магниты по краям кольца, холодные и безразличные, неуклонно изгибают мою траекторию, заставляя

бежать по кругу. С каждым витком я набираю скорость. Нас, ионы, начинают сбивать в тесные, компактные группы — сгустки. Словно солдата в строю, меня ставят плечом к плечу с другими. Мы летим уже не толпой, а организованным батальоном, готовым к главному броску. После бустера нас ждёт знаменитый нуклotron. Здесь мой разгон достигает космических масштабов. Скорость стала такой, что я почти догнал свет. Я, тяжёлое ядро золота, лечу с энергией, которую сложно даже осмыслить. Мир вокруг меня сжался, искался. Время течёт всё медленнее. Я чувствую, что меня готовят к чему-то грандиозному... Из нуклотрона нас, наш сгусток, выводят и с ювелирной точностью выбрасывают в главное кольцо коллайдера. Но не в одиночку! В соседнем вакуумном трубопроводе в противоположном направлении мчатся наши братья. Мы несёмся навстречу друг другу по двум параллельным мирам, разделённым какими-то десятками сантиметров, но неспособным встретиться. Мощнейшие сверхпроводящие магнитыдерживают нас на идеальных орбитах. В этом кольце мы могли бы циркулировать часами, накапливая энергию. И вот... момент истины! Человеческая рука нажимает на кнопку. Магниты в одной из точек кольца переключают стрелку, и наш сгусток стремглав летит вниз, а встречный — вверх. Я не видел лица своего противника. Я лишь ощущал резкий, абсолютный удар. Это не было столкновением в бытовом понимании. Это было слияние. Взрыв.



В течение ничтожной доли секунды —
но для меня это была целая вечность —
я перестал быть ядром золота. Тем-
пература в триллионы градусов разо-
рвала на части протоны и нейтроны,
из которых я состоял. Я растворился.
Мы все растворились. Не стало ни меня,
ни моих друзей, ни моих врагов.
Не стало сильного взаимодействия,
скреплявшего нас.
Родилось нечто новое, первичное, плаз-
менное — тот самый кварк-глюонный
суп, из которого состояла Вселенная
в первые микросекунды после Большого
взрыва. Я стал частью этого исходного
вихря мироздания. На мгновение более
короткое, чем время вспышки, я стал
самой Вселенной.

А потом всё стало остыть и рас-
ширяться. Кварки и глюоны снова начали
сливаться, образуя новые, незнакомые
частицы. Они разлетались в стороны,
оставляя после себя следы в гигантских
детекторах — единственных свидетелях
великого акта творения.
Моё сознание рассеялось, вернувшись
в хаос, в историю. Моё путешествие
завершилось. Но для учёных, которые
ловят и анализируют осколки моего
бытия, всё только начинается. Они, как
археологи, раскапывают эти следы,
чтобы сложить из них картину рожде-
ния мира. И в этом высшая цель моего
пути. Я, ион золота из Дубны, на мгно-
вение перестал быть металлом и стал
вечностью...



От космоса до больницы

Согласитесь, история золотого иона получилась романтичной и слегка пафосной. Реальная наука, конечно, не такая. Это много-много формул и кропотливого инженерного труда. Да и задачи, которые должна решать установка NICA, не ограничиваются получением кварк-глюонной плазмы. В каком-то смысле ускоритель напоминает телескоп, на котором можно смотреть в разные точки космоса: от дальних чёрных дыр до близких планет. Кварк-глюонную плазму пока сложно использовать в народном хозяйстве. Она — про устройство Вселенной, что не менее важно. Но NICA будет работать и на вполне прикладные задачи. Движение пучка частиц можно выводить в другие каналы, подобно тому как переключают стрелки на железной дороге. И тогда их можно использовать для совершенно других нужд. Например, тяжёлые ионы пробивают очень аккуратные дырочки в материале — так можно делать мембранны



для медицинских приборов. С помощью разогнанных частиц лечат рак. А ещё среди медицинских проектов — создание принципиально новых, гораздо более точных томографов.

Другое направление — космос. К примеру, чтобы долететь до Марса, и технике, и живым организмам нужно выдержать столкновения с космическими частицами, зачастую весьма опасными. Эта проблема актуальна даже при полётах на МКС! Достойно подготовиться к подобной встрече тоже помогут технологии NICA.

На этом список прикладных задач не кончается. Это и метрология, и нанесение тонкоплёночных покрытий, и сверхпроводящие магниты для промышленности, и новейшие полимерные материалы. Много важного и полезного можно сделать с помощью современного ускорителя. Точно так же и греческая богиня Ника покровительствовала и воинам, и спортсменам, и иным героям, решившим бросить вызов судьбе.

«Ускорители – это действительно выгодное вложение»

В Объединённом институте ядерных исследований строят коллайдер NICA. Это уникальная установка, лучшая в своём роде из тех, что создаются в нашей стране. Благодаря таким проектам мы в лабораторных условиях моделируем экстремальные состояния ядерной материи и, изучая их, приближаемся к пониманию законов, по которым возникла Вселенная.

Меня часто спрашивают: зачем нужны ещё коллайдеры, если Большой адронный всё равно самый мощный? Самый мощный не всегда значит самый эффективный. Большой адронный коллайдер моделирует наиболее раннюю стадию развития Вселенной, когда её размер был порядка 10^{-33} см при совершенно гигантской плотности. Что было раньше, мы не знаем, но знаем, что в этот короткий момент, всего за 10^{-24} секунды, образовались кварки, электроны и прочие элементарные частицы.

Есть другие, не менее интересные загадки. Например, как произошёл переход от свободных夸克ов к ядерной материи, из которой мы состоим? На эти вопросы Большой адронный коллайдер не ответит: не тот диапазон энергий, невозможно достичь нужной плотности ядерной материи. Изучать фазовый переход от кварк-глюонной плазмы к ядерной материи будет как раз NICA. Возможно, именно здесь произойдёт прорыв в новую физику. Да и просто это безумно интересно – узнать, как мы произошли.

Ещё меня часто спрашивают, зачем вообще нужны ускорители. Стоимость одной установки – миллиарды рублей, а то и долларов. Поэтому довольно часто встает вопрос о прикладном значении. Попробую ответить. Во-первых, если говорить о будущем, это ключ к альтернативному и невероятно мощному источнику энергии. Мы пытаемся понять, при каких условиях образуется сверхплотная ядерная материя, в том числе для того, чтобы научиться в земных условиях создавать маленькие нейтронные звёзды и управлять ими. Такая звезда – источник колоссальной энергии, гораздо большей, чем дают ядерный реактор или термоядерный синтез.

Во-вторых, ускорители уже вовсю используются в реальном секторе экономики. К примеру, полиэтиленовые пакеты времён моей молодости выдерживали максимум три килограмма. Сейчас пакет раз в десять тоньше, а носить в нём можно до двадцати килограмм. Это результат облучения пластика на электронных ускорителях: молекулы полимера связываются в длинные цепочки, и пластик становится более прочным.



Григорий Трубников,
директор ОИЯИ,
академик РАН

Ускорители используются для очистки газов на химических заводах, для стерилизации медицинских инструментов и материалов: шприцев, ваты и т.д. Компактный ускоритель может быть размером с пару обычных столов – такие сейчас стоят на фармацевтических заводах. Пучок электронов определённой энергии убивает микроорганизмы. Ускорители используются в радиотерапии для наработки изотопов и лечения онкологических заболеваний: пучками из ускорителей выжигают труднодоступные опухоли.

В рамках проекта NICA создаются зоны прикладных исследований, центры коллективного пользования, образовательные программы. Мы моделируем процессы, происходящие в космосе при взаимодействии высокозэнергетических частиц с мозгом космонавта. Это позволяет разрабатывать лекарства, которые восстанавливают те или иные центры мозга. Все части космических кораблей и спутников также проходят облучение, чтобы никакие частицы не проникли сквозь их обшивку. В мире около 20 тысяч ускорителей, при этом на фундаментальную науку работает всего чуть больше сотни, остальные имеют сугубо прикладные функции. То есть ускорители – это действительно выгодное вложение. Да, затраты составляют миллиарды долларов, но рынок, который возникает за счёт этих устройств, в десятки, а то и в сотни раз больше. Просто государство должно обладать определённой смелостью, чтобы делать такие вложения.

Но всё-таки не это главное. В 1960-е годы выдающийся физик Роберт Уилсон защищал перед комиссией Конгресса США выделение денег на постройку Национальной ускорительной лаборатории имени Ферми. На тот момент это был проект самого крупного ускорителя в мире, и на нём в итоге открыли t -кварк. Денег на Фермилаб требовалось как на строительство двух атомных подводок или одного авианосца. И кто-то из конгрессменов задал учёному вопрос: «А какое отношение ваш ускоритель, в отличие от авианосца, имеет к обороноспособности страны?» Уилсон ответил примерно так: «Он имеет отношение только к взаимному уважению, на котором зиждется наше общество, к достоинству человека, к нашей любви и культуре. Он имеет отношение к тому, хорошие ли мы художники и скульпторы, великие ли мы поэты. Всё, что мы действительно чтим в нашей стране, к чему испытываем патриотические чувства, не имеет ничего общего с её непосредственной защитой, оно лишь делает страну достойной защиты. Если мы все деньги будем тратить на авианосцы и субмарини, то не сможем создать ни одного объекта, который надо будет защищать. А ускоритель или картинная галерея – это то, что надо защищать». ^ ^



Заставить гены замолчать

Шпильки из ДНК бактерий прямо влияют на то, какие гены работают, а какие «молчат». Это показали биологи из МГУ им. М.В. Ломоносова, впервые построившие очень точные карты 3D-структур генома кишечной палочки (E.Coli — любимый объект биологов в царстве простейших). Звучит таинственно, но это очень важный результат, недаром его результаты опубликованы в престижном научном журнале *Nature*.

И вот почему. Текст, записанный в генах, определяет всё остальное в биологической жизни. Но важен не только текст генов, но и в какой пространственный узор собрана молекула ДНК, в которой записаны гены. У сложных, эукариотических организмов, таких как люди или коты, гены упакованы в хромосомы, и тип упаковки влияет на их работу — это отчасти уже изучено.

А вот про влияние формы генома бактерий на работу генов ранее известно не было, хотя это базовый механизм. Бактериальный геном не такой жёсткий, как хромосомы, и учёным надо было суметь его зафиксировать и разглядеть. И наконец им это удалось, причём с поразительной точностью.

Оказалось, что шпильки и кластеры шпилек в структуре ДНК соответствуют тем местам генома, которые «молчат». Шпильки скрепляются специальными белками. Если гены этих белков поломаны, у бактерии нет шпилек, и «молчавшие» гены работают как ни в чём не бывало. А это не всегда хорошо для организма. В геноме есть и ненужные гены, например куски и обрывки ДНК, прилетевшие от других организмов с помощью горизонтального переноса. Но иногда таким образом бактерии может достаться и что-то полезное — например, устойчивость к антибиотикам. Бактерия, производя шпильки, заставляет «молчать» ненужные гены и делает активными нужные.

Один из авторов работы, заведующий кафедрой молекулярной биологии биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Сергей Разин, считает, что этот результат имеет не только фундаментальное значение, но и может помочь в разработке методов подавления переноса генов устойчивости к антибиотикам.



Исследование выполнено
при поддержке
Российского научного фонда.



Исправить ошибки в сетях 6G

К концу этого десятилетия должно появиться новое поколение беспроводной связи — стандарт 6G. Скорость передачи данных будет фантастической, больше 100 гигабит в секунду. То есть скачать фильм в высоком разрешении можно будет быстрее, чем вспомнить фамилию его режиссёра. Сейчас учёные всего мира заняты разработкой технических основ нового стандарта. Например, в Сколтехе придумали код исправления ошибок — более быстрый и надёжный, чем существующие. Какой бы продвинутой ни была связь, помехи есть всегда, и для того, чтобы мы могли нормально общаться, с ошибками борются на уровне программ обработки сигнала. В новейшей работе сколтеховцы предлагают улучшенную версию кодов LDPC (так называемые коды с низкой плотностью проверок на чётность). «Низкая плотность проверок» в названии указывает, что это умные алгоритмы, которые стремятся решить задачу, не перегружая вычислительные мощности. А «проверки на чётность» отсылают к специальной математике, использующейся для таких задач.

*Исследование поддержано грантом
Российского научного фонда.*



Управлять памятью с помощью света

Управляемый светом молекулярный магнит поможет разрабатывать устройства памяти нового поколения. Учёные из Федерального исследовательского центра проблем химической физики и медицинской химии РАН (Черноголовка, Московская область) синтезировали комплекс на основе меди и органической молекулы спиропирана. Подобные материалы могут стать основой для светоуправляемых запоминающих устройств со сверхплотным хранением информации. Свет позволяет быстрее, чем ток, передавать сигналы, поэтому управление светом потенциально позволяет ускорить процессы обработки информации.

*Исследование поддержано грантом
Российского научного фонда.*

HOMO SAPIENS

ИЗ КНИГИ В РЕАЛЬНОСТЬ





СЛОВ, которые со страниц художественных произведений перекочевали в науку и технологию

Григорий Таракевич совместно
с пресс-службой Национального
центра «Россия»

Кто определяет облик будущего: учёные или писатели-фантасты? Это вопрос из серии «Что было раньше: курица или яйцо?». Фантастические сюжеты часто строятся на основе научных и технических прогнозов. Но и наоборот – литературные произведения вдохновляют учёных и инженеров. Примером могут служить термины, которые из фантастики перешли в реальную жизнь. Именно эту взаимосвязь литературы и прогресса обсудят ведущие мировые эксперты на площадке II Международного симпозиума «Создавая будущее», который проходит 7–8 октября 2025 года в Национальном центре «Россия».



САМОЛЁТ

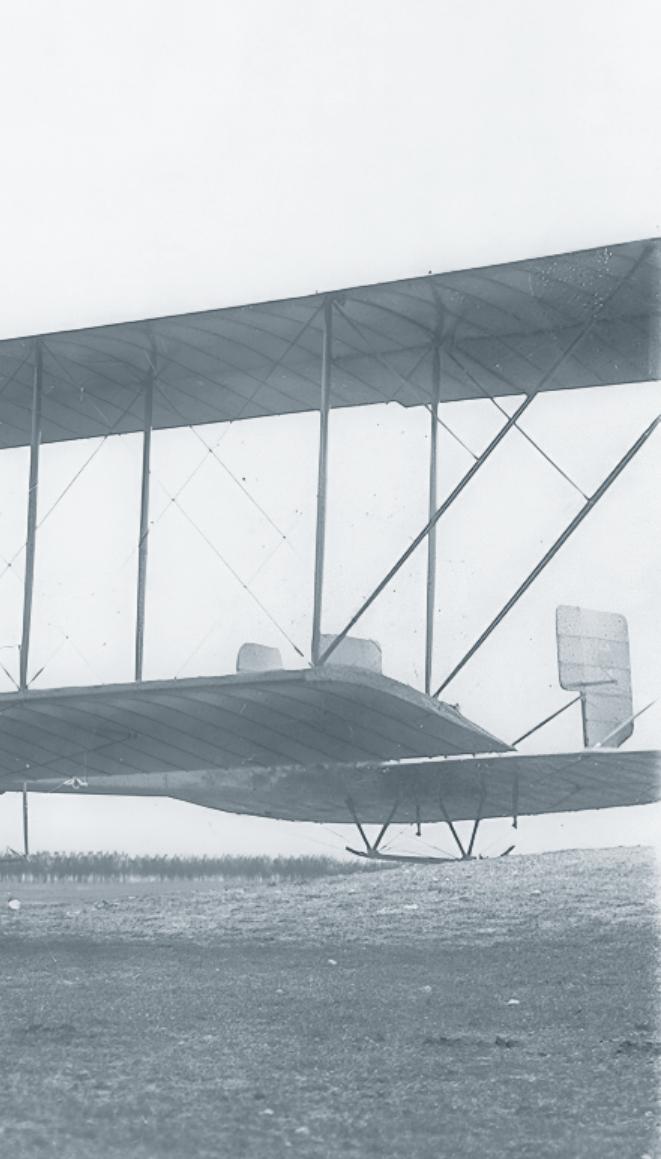
Что означает Если вы хотите считать себя полноценным самолётом, надо соблюсти несколько условий. Во-первых, вы должны быть тяжелее воздуха, иначе это будет дирижабль или воздушный шар. Во-вторых, у вас должен быть двигатель — в противном случае уместно слово «планер». В-третьих, крыло обязано быть неподвижным, чтобы отличаться от вертолёта или Карлсона, который живёт на крыше. В-четвёртых, вами должен управлять человек, иначе вас признают беспилотником.

Кто придумал Начало XX века. Первые аэропланы отрываются от земли.



Полёты вдохновляют не только инженеров, но и гуманистов. Человек будущего должен летать! Мир смотрит в небо с надеждой и восторгом. Авиаторы 1910–1930-х годов были такими же героями, как космонавты 1960–1980-х. Полёт человека отлично сочетался с идеей революционного преобразования общества. Недаром первыми Героями Советского Союза стали в 1934 году именно лётчики.

В интернете можно найти такую версию: слово «самолёт» ввёл в оборот в начале XX века Василий Каменский — соратник Маяковского, поэт-футурист, художник. Он фанатично увлекался авиацией, сам управлял воздушным судном. Полёт для него был актом революционным и мистическим одновременно. Как и другие футуристы, он любил придумывать слова. Только в стихотворении «Улетан» можно найти десяток неологизмов: «летайно»,



«залетайный», «летивый», «летисто» и т.д. Но наше небольшое расследование показало, что история слова «самолёт» гораздо сложнее.

Как вошло в русский язык

Представьте, что вы перенеслись в конец XVIII века и во время светской беседы употребили слово «самолёт». Это не вызовет удивления, но потребует уточнения. В то время «самолётом» называли и тип челнока в ткацком станке, и вид сохи для пахоты, и конструкцию речного парома, использующую силу течения. В текстах XIX века чаще использовалось именно «речное» значение. Например, в 1862 году революционер и географ Пётр Кропоткин написал в дневнике: «Мне не раз приходило на ум, отчего не устроены самолёты на большей части сибирских рек...» Связь с водным транспортом окончательно закрепилась, когда



Василий Каменский (1884–1961)

«Через 150 лет. Все люди будут летать без исключения и дойдут в области авиации до совершенства. К этому времени природа изменит или, вернее, приспособит людей к их новой летучей жизни. Тогда тип летающих людей будет близко напоминать птиц. Человеческий рост сильно уменьшится, тонкие шеи вытянутся, большие зоркие глаза окружляются, грудь выдвигается вперёд, голос будет громким, певучим...» (из эссе Василия Каменского «Аэропророчество», между 1908 и 1917 годом).

Историю слов нам помогал искать Национальный корпус русского языка — проект, созданный Институтом русского языка имени В. В. Виноградова РАН, Институтом языкоизнания РАН, Институтом проблем передачи информации имени А. А. Харкевича РАН, Институтом лингвистических исследований РАН и другими научными организациями. В нём собраны и размечены тексты от XI века до современности. Сейчас в этой коллекции более двух миллиардов слов.

возникло пароходное общество «Самолёт».

Но если бы вы сказали: «Я прилетел сюда на самолёте», вас бы тоже поняли. Как минимум с конца XVIII века в языке существовало устойчивое словосочетание «ковёр-самолёт», пришедшее из восточного фольклора. «Баба-Яга подарила им ковёр-самолёт и сказала, что „этот ковёр отнесёт вас скорее гораздо ваших лошадей“» — это из сказки «О лягушке и богатыре», опубликованной в 1787 году.

Скорее всего, слову «самолёт» в современном значении мы обязаны инженеру Евгению Сверчкову. В 1910 году газета «Утро России» писала: «Состоялось испытание русского аэроплана, изобретённого Сверчковым. Аппарат очень своеобразен по конструкции, система подъёмных винтов аэроплана гребная. Аэроплан назван „Самолёт“».

С началом Первой мировой войны слово «самолёт» стало массово появляться в прессе: «Эскадра наших самолётов бомбардировала неприятельскую электрическую станцию», «Над Ригой летают германские самолёты» и т.д. Но «аэроплан» использовали чаще.

График, построенный на основе данных Национального корпуса русского языка, показывает рост употребления слова «самолёт» начиная с 1917 года, резкий подъём в середине 1930-х и достижение пика во время Великой Отечественной войны. «Аэроплан», наоборот, активно используется с 1905 года, но с 1917-го начинает встречаться в текстах всё реже и к 1940-м почти сходит на нет.

Подозреваем, что победой над «аэропланом» «самолёт» обязан двум обстоятельствам. С началом Первой мировой войны в официальной речи стали бороться с «иностранным влиянием» — так, например, Петербург стал Петроградом. Вот и «самолёт» с его славянскими корнями показался прессе более предпочтительным вариантом. Потом случилась Октябрьская революция, а большевики очень любили вводить в оборот новые слова. «Самолёт» встал в один ряд с «пролеткультом», «наркоматом» и «ликбезом».



Что означает Это некоторое транспортное средство, позволяющее человеку или грузу перемещаться в космосе. Тут фантастика намного опередила реальность. Первый полёт человека состоялся в 1961 году, а всевозможные истории о космических путешествиях заполонили литературу с конца XIX века. Возможно, что, если бы не книги, покорение космоса не было бы такой привлекательной целью и на космические программы не выделялось бы столько средств.

Кто придумал Среди терминов, связанных с авиацией и космонавтикой, много слов, позаимствованных из морского дела: «иллюминатор», «трап», «киль», «судно»... Словосочетание «космический корабль» кажется вполне логичным.

Считается, что первым в литературе его употребил в 1894 году американец Джон Джекоб Астор IV в фантастическом романе «Путешествие в другие миры»: «Космический корабль какого рода вы предлагаете? — спросил вице-президент. Поскольку нужно проходить через небольшое количество воздуха, — сказал Дипуотерс, — я предлагаю короткий цилиндр небольшого диаметра, с плоским основанием и купольной крышей, сделанный из алюминия».

Этот Джон Джекоб Астор IV знаменит не только как писатель. Он был мульти-миллионером, владельцем роскошных отелей, одним из самых состоятельных людей на планете. А ещё — изобретателем, придумавшим собственные конструкции двигателя внутреннего сгорания, велосипедного тормоза и аккумуляторной батареи.

Он погиб при крушении знаменитого лайнера «Титаник» в 1912 году. По свидетельствам очевидцев, Астор посадил в шлюпку жену, горничную и других женщин из прислуги. Сам же оставался на борту, помогая эвакуироваться другим пассажирам.



Александр Богданов (Малиновский) (1873–1928)

«Мы находили, что было бы очень опасно опубликовать наши научные открытия, пока в большинстве стран остаются реакционные правительства. И вы, русский революционер, более чем кто-либо должны с нами согласиться. Посмотрите, как ваше азиатское государство пользуется европейскими способами сообщения и средствами истребления, чтобы подавлять и искоренять всё, что есть у вас живого и прогрессивного... Ясно, что если бы наши летательные машины стали известны, то правительства прежде всего позаботились бы захватить их в свою монополию и использовать для усиления власти и могущества высших классов. Этого мы решительно не желаем...» (из романа-утопии «Красная звезда», 1908).



Как вошло в русский язык

Человек, который одним из первых в русской литературе употребил слово «корабль» применительно к космическим полётам, обладал не менее потрясающей биографией. Александр Богданов был философом, врачом, учёным и революционером. В начале XX века его считали одной из самых влиятельных фигур в большевистской партии.

У Богданова была теория, что с помощью переливания крови можно омолаживать организм. Эксперименты он ставил на себе в созданном им в 1926 году Институте переливания крови. Во время одного из них и погиб.

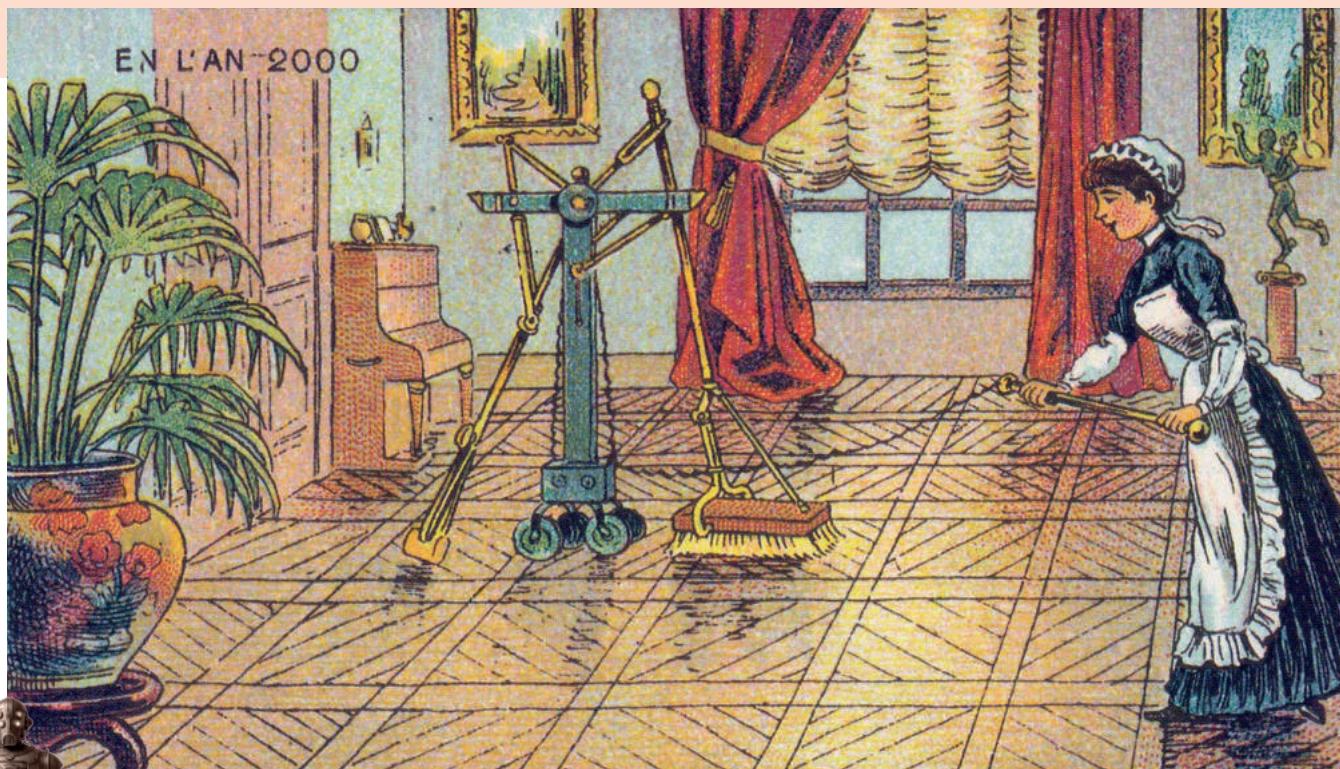
Кроме науки, философии и революции, у Богданова было ещё одно увлечение — литература. В 1908 году он написал роман «Красная звезда», в котором идеи утопического социализма переплетались с космической фантастикой. Аппарат, на котором путешествуют герои, назван этеронефом (буквально «корабль для путешествий по эфиру»): «Вы должны принять участие в отправляющейся завтра экспедиции большого этеронефа». Но дальше по тексту этот аппарат периодически называется «кораблём», например: «Атмосферу мы успели вполне миновать, но это нас не беспокоило, так как в нашем герметически закрытом корабле имелся, конечно, достаточный запас кислорода».

Словосочетание «космический корабль» писатели-фантасты использовали за много десятилетий до полёта Гагарина. Встречается оно и в научно-популярной литературе. В 1915 году знаменитый популяризатор Яков Перельман, рассказывая об идеях Константина Циолковского, писал: «Это будет настоящий управляемый космический корабль, на котором можно уплыть в беспредельное мировое пространство, полететь на Луну, на планеты, к звёздам...» Правда, сам Циолковский чаще употреблял словосочетание «небесный корабль».

КОСМИЧЕСКИЙ КОРАБЛЬ



А. Богданов. Красная звезда. Красная газета, 1929; сс0



РОБОТ



Что означает Автоматическое устройство, которое совершает действия, обычно выполняемые человеком. Под это определение попадает и промышленный робот, напоминающий гигантскую руку, и виртуальный цифровой агент, не имеющий материального тела.

Кто придумал У слова «робот» есть конкретный автор — чешский писатель Карел Чапек. В 1920 году он написал пьесу R.U.R. («Россумские универсальные роботы»). И хотя с того момента прошло больше ста лет, советуем почитать пьесу: эта социальная сатира остается актуальной. Россумские роботы — это искусственные биологические существа, напоминающие людей. Они дешевы в производстве и имеют мало потребностей. Точнее, так: впервые это слово появилось в произведении Карела Чапека, а придумал его брат писателя — худож-

Карел Чапек
(1890–1938)

«Молодой Россум изобрёл рабочего с минимальными потребностями. Ему надо было упростить его. Он выкинул всё, что не служило непосредственно целям работы. Тем самым он выкинул человека и создал робота. Роботы не люди... Механически они совершеннее нас, они обладают невероятно сильным интеллектом, но у них нет души» (из пьесы «R.U.R.», 1920).



ник Йозеф. Карел описывал это весьма иронично:

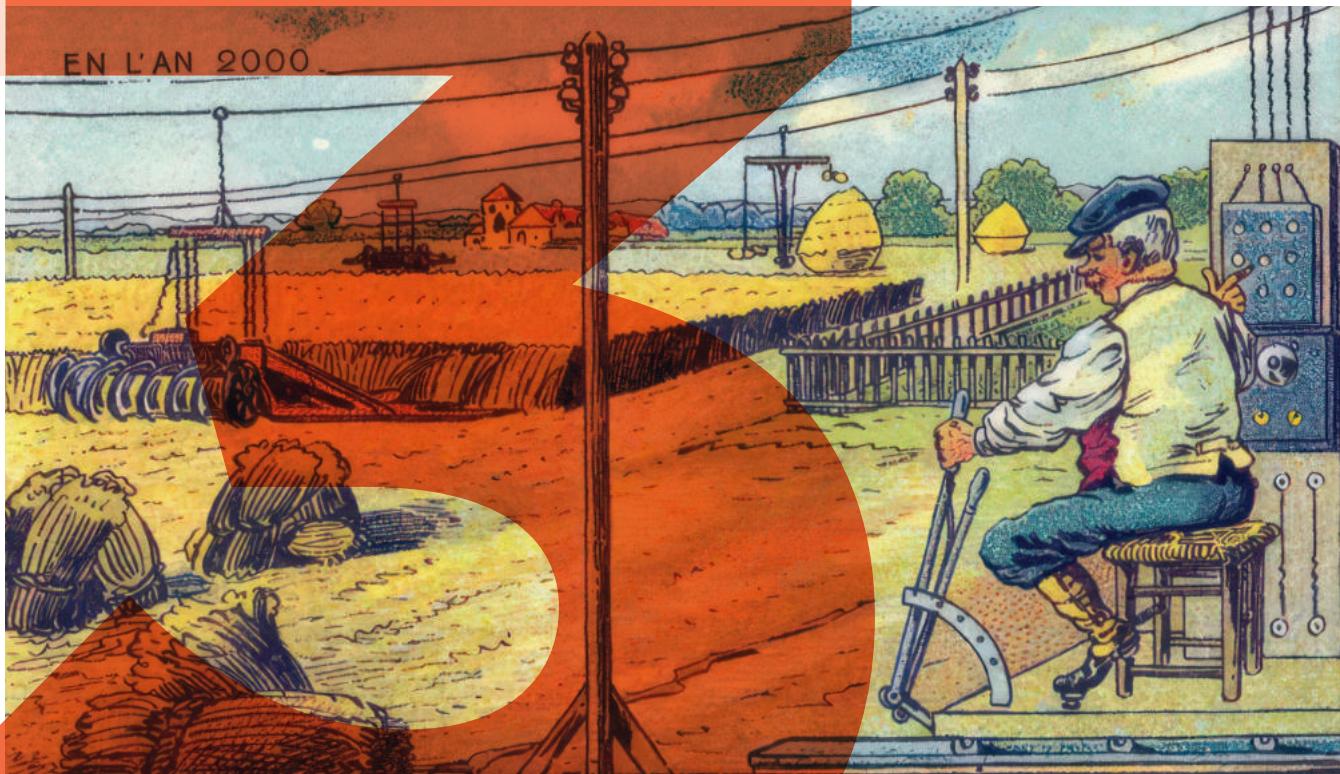
«...Это было так: идея пьесы пришла писателю в один неподходящий момент. Но пока она была ещё тёплой, он поспешил к своему старшему брату Йозефу, художнику, который стоял перед мольбертом и рисовал так, что холст потрескивал.

— Слушай, Йозеф, — сказал писатель, — у меня есть идея для пьесы.

— Какая? — пробормотал художник (он действительно пробормотал, потому что в тот момент держал кисточку во рту). Автор рассказал ему идею так быстро, как только мог.

— Так напиши это, — заметил художник, вынув кисточку изо рта и остановив работу над холстом.

— Но, — сказал автор, — я не знаю, как назвать этих искусственных рабочих. Я хочу назвать «лабори» (Labori), но это



кажется мне слишком педантичным.
— Ну назови их «роботы» (Robots), —
пробормотал художник с кисточкой
во рту и подошёл к холсту.
Вот так это было. Так родилось слово
«робот».

Как вошло в русский язык

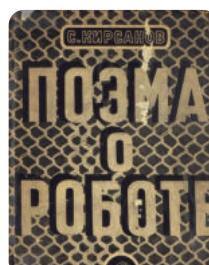
Впервые это слово появилось в фантастическом рассказе «Сверхгенеральный план радиофикиации», опубликованном в 1929 году в журнале «Радио всем»: «Западноевропейские учёные конструировали различные приборы для телемеханики. И непременно придавали им форму человека, называя их то „роботами“ — работниками, то „телефоксами“». Автоматические машины того времени были чудовищно примитивны. Но идея захвата роботами мира довольно быстро овладела умами прогрессивной общественности. В 1934 году поэт-футу-

Семён Кирсанов
(1906–1972)

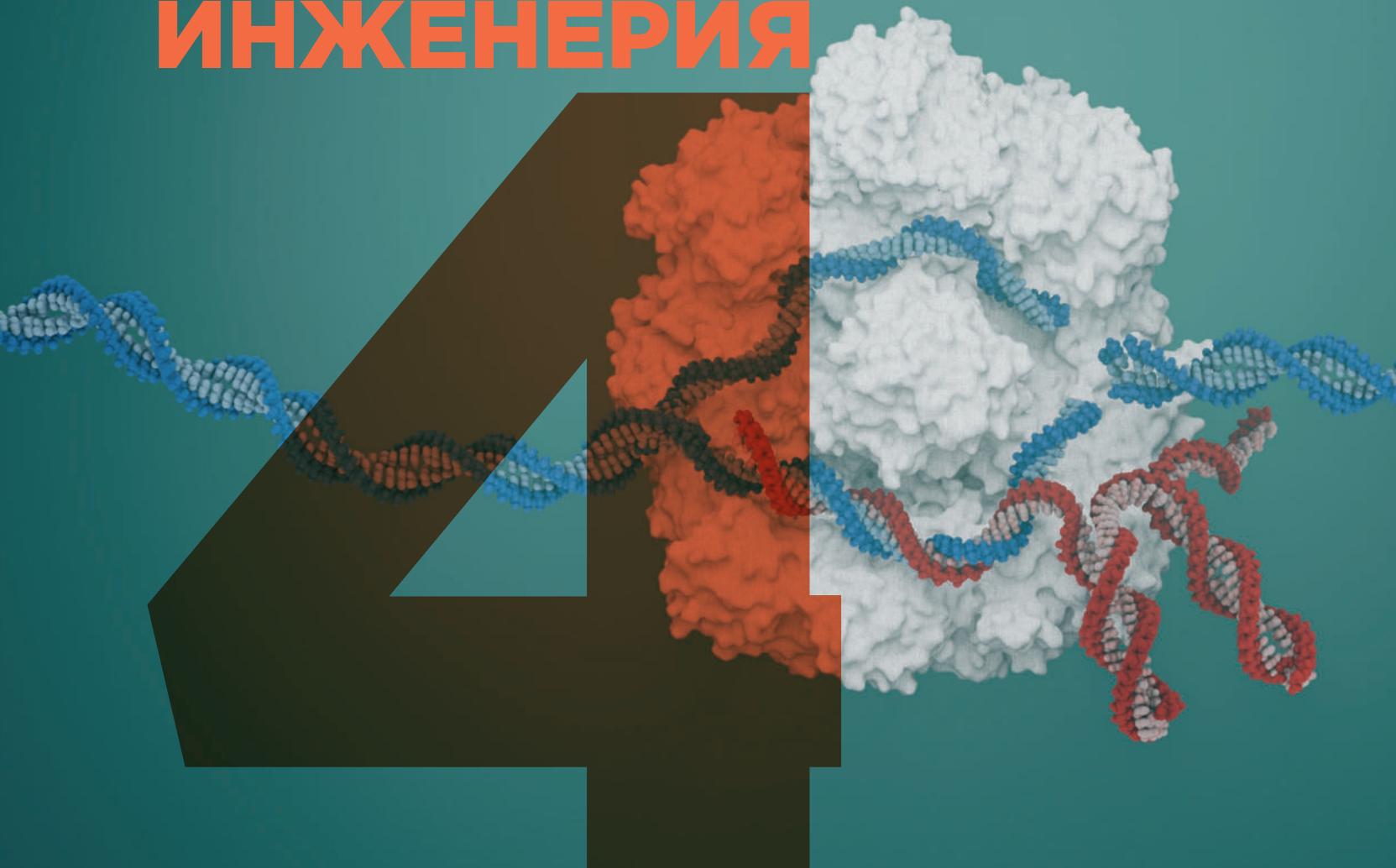
«Здравствуй, Робот,
никельный хобот,
трубчатым горлом
струящийся проводом,
радио — обод, музыки
ропот — светлым ванадием
блещущий Робот!
Уже на пижонов
не смотрят скромницы,
к Роботам ёёны бегут
познакомиться...»
(из «Поэмы о Роботе», 1934).

рист Семён Кирсанов написал «Поэму о Роботе» в своём характерном формате рифмованной прозы. При желании в ней можно увидеть многое пророчество — например, нейросети, которые сочиняют стихи, генерируют новости или делают выжимки из научных текстов.

Интересно, что уже тогда слово «робот» использовалось не только для обозначения технологически продвинутой версии (замены) человека, но и как метафора — для описания существа, лишённого воли. Например, знаменитый певец Фёдор Шаляпин, находясь в эмиграции, так описывал в 1932 году какого-то ревнителя советской власти: «Робот, который в два счёта исполнит без мысли, но послушно всё то, что прикажет ему заводная ручка. Робот, цитирующий Ленина, говорящий под Сталина, ругающий Чемберлена, поющий „Интернационал“ и когда нужно дающий ещё кому-нибудь в зубы... Робот!»



ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ



Что означает Генная инженерия похожа на работу редактора, который правит текст ДНК, где вместо букв генетический код, а вместо ручки — специальные ферменты. Можно исправлять ошибки, добавлять отдельные фрагменты и даже создавать новые произведения.

Кто придумал Словосочетание «генная инженерия» — хороший пример того, как реальная наука и художественная литература переплетаются в сложный смысловой клубок. Наверное, первенство в области биотехнологической фантастики стоит отдать Мэри Шелли: её роман «Франкенштейн, или Современ-

ный Прометей» вышел в 1818 году. Потом был жутковатый «Остров доктора Моро» Герберта Уэллса, который одним из первых описал модификации животных.

Можно вспомнить и советского фантаста Александра Беляева с его «Человеком-амфибией». Ну а роман Олдоса Хаксли «О дивный новый мир» мы отнесём к разряду первых генетических антиутопий.

Изобретение термина «генетическая инженерия» приписывается классику американской фантастики Джеку Уильямсону. Однако в 2002 году писатель в интервью для *Science Fiction Weekly* сказал: «Раньше я утверждал,





что первым использовал термин „генная инженерия“ в своём романе «Остров драконов», опубликованном в 1951 году, но теперь понимаю, что какой-то учёный опередил меня на пару лет».

Два года можно было бы и простить, тем более что работу «какого-то учёного» могли просто не заметить. Но при чуть более внимательном рассмотрении оказывается, что не два года, а почти двадцать, и не «какой-то учёный», а один из классиков генетики **Николай Тимофеев-Ресовский**.

В 1934 году в журнале *Biological Reviews* вышла его статья «Экспериментальное получение мутаций», которая начиналась



Николай
Тимофеев-
Ресовский
(1900–1981)

У него была трагичная судьба. Сын принимал участие в антифашистском сопротивлении и погиб в концлагере. Три брата были депрессированы в СССР. Сам он был арестован НКВД, приговорён к десяти годам заключения и едва не погиб от голода в лагере... Но при этом именно ему приписывается знаменитое высказывание: «Наука — баба весёлая... Не занимайся наукой со звериной серьёзностью, с которой совершаются все глупости в мире...»



словами: «Возможность влиять или даже направлять наследуемую изменчивость организмов, несомненно, является одной из центральных проблем биологии».

В этой статье Тимофеев-Ресовский использовал словосочетание «генетическая инженерия», предложив использовать её «для синтеза новых генотипов и рас».

Почему же автором термина считают не его, а фантаста Уильямсона? Можно было бы предположить, что статью советского учёного просто не заметили. Но в момент её публикации Тимофеев-Ресовский работал в Германии, а публикация вышла на английском языке в британском журнале. На Западе он был очень известен. В начале 1950-х иностранные учёные выдвигали его на Нобелевскую премию, но сам генетик сидел в это время в лагерях и советские власти даже не могли ответить, жив он или нет.

Возможно, дело в том, что идея генной инженерии сильно опередила время. Структура ДНК была открыта только в начале 1950-х. А первый успешный эксперимент по пересадке генов одного организма в другой произошёл двадцатью годами позже.

Как вошло в русский язык

В советских научных кругах о генной инженерии заговорили почти сразу после прорывных экспериментов на Западе. В 1975–1976 годах термин замелькал в специализированных журналах «Молекулярная биология» и «Природа», к 1980-м окончательно закрепился благодаря переводам учебников и развитию биотехнологий. А в 1987-м вышла книга «Генная инженерия» под редакцией академика Александра Баева — одного из пионеров молекулярной биологии в стране.

О генной инженерии в СССР говорили так много и пафосно, что в 1986 году бард Владимир Туринский сочинил песню, где были такие слова: *...И как нам дальше жить, когда в Нигерии Перекусал бананы страшный клещ, А изысканья в генной инженерии Бросают в пот не только нашу плеши...*

КВАРК

Что означает Никогда не говорите при физиках, что протон или нейtron — это элементарная частица. И протоны, и нейтроны состоят из кварков. Вот они-то действительно элементарные, по крайней мере пока их ни на что разложить не удалось. Кварковая модель была предложена физиками Мюрреем Гелл-Манном и Джорджем Цвейгом в 1964 году, за что они получили Нобелевскую премию.

Кто придумал Название для частицы предложил Гелл-Манн. Слово «кварк» впервые появляется в книге «Поминки по Финнегану» ирландского писателя Джеймса Джойса. В произведении есть эпизод, когда дублинский трактирщик возомнил себя королём Марком из легенды о Тристане и Изольде. Ему кажется, что племянник украл у него жену. Марк преследует похитителя на корабле, а в небе над ним кружат чайки и насмешливо декламируют стихи: «Эй, три кварка для мастера Марка!» Откуда взялись «кварки» в воображении Джойса — тайна. Выдвигалась гипотеза, что это подражание птичьему крику. Другие исследователи полагают, что во время путешествия по Германии Джойс мог услышать рекламный слоган «Drei Mark für Musterquark» («Три марки за образцовый творог») и позже его перефразировать. Мюррей Гелл-Манн в книге «Кварк и ягуар» высказал предположение, что на самом деле загадочная фраза Джойса означает «Три кварты для мистера Марка». Кстати, сначала Гелл-Манн назвал новые частицы кворками (у него вообще была привычка давать своим открытиям короткие хлёсткие названия типа «сквик» или «скворк»), но, перечитывая на досуге Джойса, он наткнулся на слово «кварк». Интересно, что физик Джордж Цвейг выдвинул гипотезу об элементарных частицах независимо от Гелл-Манна, только назвал их тузами. Вариант «кварк» предсказуемо победил — потому



Джеймс Джойс
(1882–1941)

«Эй, три кварка для мастера Марка!» — Верно, выглядит он не особенно ярко, И повадки его как у сына кухарки, Но Всептичий Господь и ему шлёт в утешу подарки». (Из романа «Поминки по Финнегану», 1939)

что звучал необычно, да ещё и обладал литературным шармом.

Как вошло в русский язык

Вежливо и тихо, как и полагается серьёзному термину из арсенала теоретической физики. В 1965 году (спустя всего год после открытия) в журнале «Химия и жизнь» была напечатана статья В. Манько под названием «Кварки — кирпичики мироздания?». Писатели-фантасты мгновенно подхватили тему: в 1967 году вышел рассказ «Три кварка» Михаила Емцева и Еремея Парнова.



Сюжет у рассказа прямо-таки лавкрафтowski: исследователи с советского океанографического судна в ходе научной экспедиции встречаются с неведомым существом, поднявшимся из морских глубин. Большинство гибнет, а оставшиеся в живых приходят к выводу, что столкнулись с древнейшей формой жизни — тупиковой ветвью эволюции, обитающей в Мировом океане. При чём тут кварки? А при том, что морская вода в особенно глубоких впадинах якобы содержит повышенную концентрацию этих частиц. И герой рассказа рассуждает: «Чудовище уникально, фантастичны его свойства, а значит, и материальная структура его должна быть отличной от всего существующего на Земле. Такая жизнь могла возникнуть на принципиально другой основе. И этой основой, возможно, были кварки».

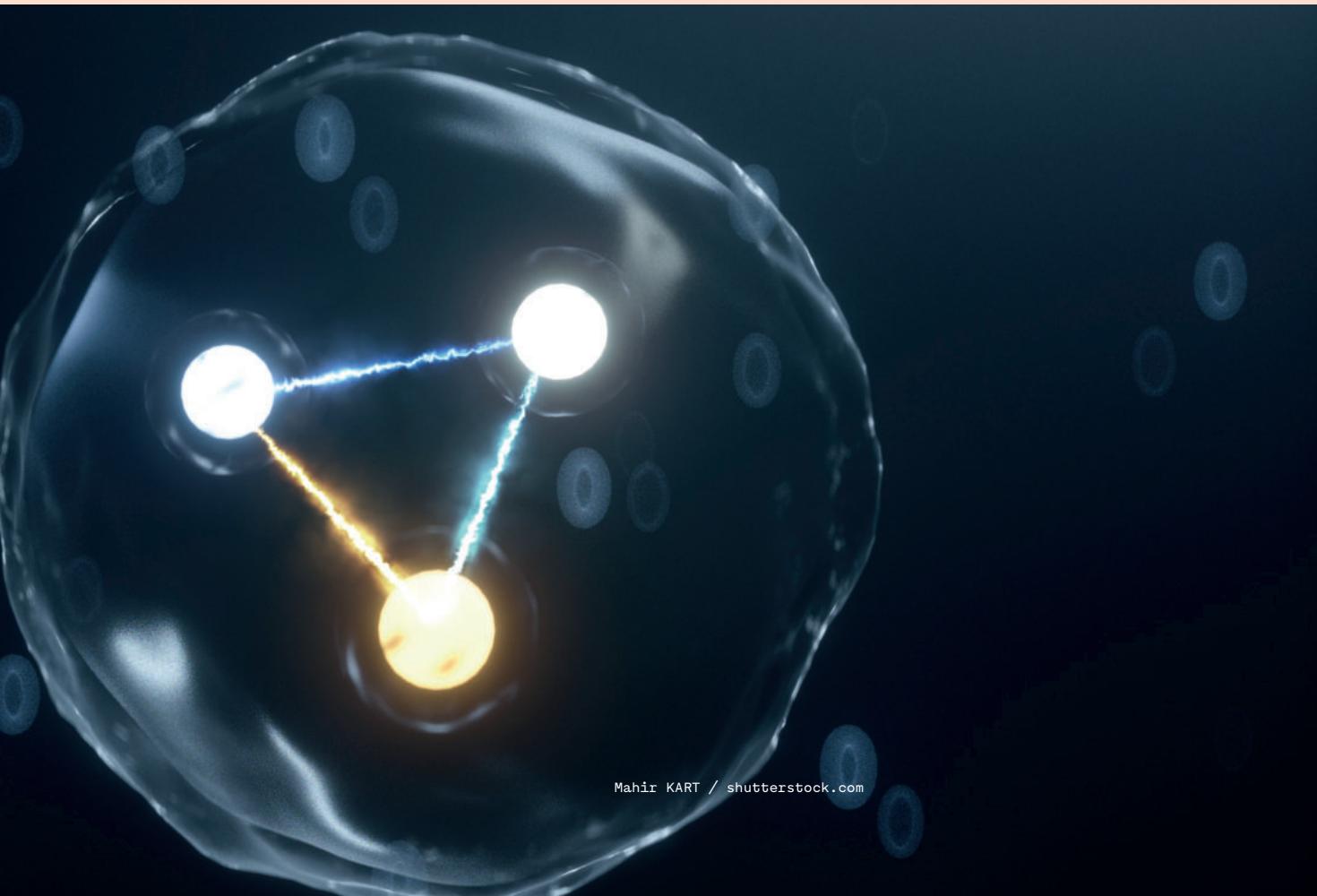


Мюррей Гелл-Манн
(1929–2019)

«Я предположил, что нейtron, протон и связанные с ними барионы состоят, грубо говоря, из трёх кварков каждый, и что кварки являются фундаментальными объектами, они аналогичны электрону, и что нейtron, протон и так далее не являются элементарными...»
(из интервью по случаю присуждения Нобелевской премии, 1969).

Братья Стругацкие, как всегда, чуткие к веяниям науки, упоминают кварки в фантастическом детективе «Отель „У погибшего альпиниста“»: «Я хохотал над анекдотами, которых почти не понимал, ибо речь в них шла о каких-то кварках, левожущих коровах и профессорах с экзотическими именами».

В литературе кварки очень быстро стали мемом — синонимом чего-то непонятного. Хочешь отличить интеллектуала от псевдоинтеллектуала — ищи кварк! Не зря в романе Екатерины Завершневой «Высотка» о студенческой жизни в МГУ 1990-х герои посмеиваются над общей знакомой, которая в порыве научного красноречия говорит: «Эйнштейн доказал, что мужчины состоят из кварков, а женщины — из антикварков».





ГАЗОВЫЙ ГИГАНТ



Что означает Газовый гигант — это не поэтическое наименование Газпрома. Ну или не только. Ещё так называют особый класс планет, которые состоят преимущественно из гелия и водорода. В Солнечной системе к газовым гигантам относятся Юпитер и Сатурн.

Кто придумал Словосочетание «газовый гигант» впервые использовал писатель-фантаст Джеймс Блиш в романе «Солнечное сплетение». Было это в 1952 году, когда ни один космический корабль ещё не стартовал с Земли. Но герои Блиша уже вовсю осваивали межзвёздное пространство: «Беглый взгляд на табло показал, что поблизости существует магнитное поле определённой силы, которое не принадлежит невидимому газовому гиганту, врачающемуся в полумиллионе миль от нас». Образное выражение оказалось настолько удачным, что его подхватили учёные. За последние 25 лет было открыто почти 4 тысячи планет за пределами Солнечной системы, в том числе газовые гиганты. Некоторые из них расположены



Джеймс Блиш
(1921–1975)

«В мирах, где пригодными для жизни могут быть только экстремальные модификации человеческой формы — например, на планетах типа газовых гигантов, — посев не производится» (из рассказа «Водораздел», 1955).

к своим звёздам ближе, чем Сатурн и Юпитер, поэтому температура их поверхности превышает несколько тысяч градусов по Цельсию.

Как вошло в русский язык Кто первым использовал это словосочетание, сегодня выяснить невозможно. Но советские и российские фантасты всегда отдавали должное гигантским планетам. Так, в культовом романе Ивана Ефремова «Туманность Андромеды» описана необычная планетарная система, состоящая из холодного газового гиганта наподобие Юпитера и землеподобной планеты. В неоконченной ранней повести Аркадия Стругацкого «Страшная большая планета» один из героев, который вместе с остальным экипажем звездолёта медленно падает на поверхность Юпитера, в преддверии гибели думает: «Я жалею только о том, что мало успел сделать в своей науке. А я люблю свою науку. Это наука о водородных призраках, о планетах-гигантах, о самых странных и непонятных объектах в Солнечной системе».



Что означает У учёных нет единого мнения, кто был прототипом дракона. Может быть, змеи, а может — крокодилы. Есть версия, что источником вдохновения для создателей легенд о драконах послужили кости динозавров.

Кто придумал Этот образ встречается ещё в мифологии Древней Месопотамии, то есть за несколько тысячелетий до нашей эры. И с тех пор неотступно сопровождает человеческую культуру — вплоть до «Игры престолов». Если вас спросят, можно ли встретить дракона в реальности, смело отвечайте: «Да без проблем!» Выдержите драматическую паузу и начинайте объяснять. На сегодня описано более миллиона видов живых существ.

Для каждого нужно было придумать латинское название. Если ввести запросы «dragon» и «draco» в базу данных Integrated Taxonomic Information System, то выяснится, что только в царстве животных больше 700 видов, названных в честь драконов. Ещё несколько сотен среди растений, грибов и других существ.

Использовать слово «дракон» в названиях организмов начал ещё Карл Линней — шведский биолог, создавший в середине XVIII века единую систему классификации растительного и животного мира. Например, в 1758 году им была описана ящерица *Draco volans* (летающий дракон). Примерно в те же годы британский ботаник Филип Миллер (кстати, критиковавший систему



названий Линнея) описал род растений *Dracunculus*. Точно так же окрестили потом червей-нematод. А ещё драконами называли рептилий, насекомых, рыб, деревья и много кого ещё.

Учёные по сей день активно эксплуатируют мифологических существ и героев художественных произведений. В списках живых существ можно найти имена героев Конан Дойля, Виктора Гюго, Джона Толкина и многих **других писателей**. Даже Муха-Цокотуха — литературное детище Корнея Чуковского — стала термином и прописалась в справочниках. В 1992 году российский биолог Андрей Озеров из МГУ им. М. В. Ломоносова описал новое насекомое, обитающее во Вьетнаме, и дал ему имя *Mucha tzokotucha*.

Особенно популярен «Гарри Поттер». Вот, например, паук *Erigovixia gryffindori*, которого открыли лет десять назад. Описавшие его учёные решили, что он похож на Распределяющую шляпу, и назвали его в честь первого владельца артефакта — Годрика Гриффиндора. В списке недавних открытий можно найти краба *Hastigrilax severus*, осу *Lusius malfoyi* и муравья *Leptanilla voldemorti*.

Как вошло в русский язык

Само слово «дракон» появилось у нас давно. По крайней мере, в тексте 1711 года митрополит Стефан уже использует его как метафору: «Прочь, ядовитый драконе византийский!» Какое-то время «дракон» конкурировал с близким по смыслу «змием», но к XX веку одержал победу.

Что касается реальных биологических видов, их названия чаще всего не переводятся с латыни. Хотя если животное или растение достаточно распространено, то *draco* превращается в дракона. Например, рыбу *Trachinus draco* называют морским драконом или дракончиком, а *Dracaena draco* — драконовым деревом. ^_^

ПОЭТ В МИРЕ НАУКИ

И наука в его текстах

Эльмира Афанасьева, доктор филологических наук, профессор, руководитель Пушкинских проектов Института Пушкина

Пушкин среди учёных

Александр Сергеевич Пушкин не только следил за научными достижениями, но и творчески осмыслял их, отражая в своих произведениях дух технического прогресса.

Значительную роль в приобщении Пушкина к миру науки сыграло его окружение, в особенности его друг Павел Львович Шиллинг — физик, востоковед, дипломат и изобретатель первого в мире электромагнитного телеграфа.

В библиотеке Пушкина были работы Лапласа по теории вероятностей, Гершеля по астрономии, Араго и Даламбера по физике и механике, Бюффона и Кювье по естествознанию. Научные идеи начала XIX века нашли отражение и в творчестве Пушкина. Смотрите сами!



Формула вдохновения

“ Вдохновение есть расположение души к живейшему принятию впечатлений и соображению понятий, следственно, и объяснению оных. Вдохновение нужно в геометрии, как и в поэзии.

Отрывки из писем, мысли и замечания //
Пушкин А.С. Полное собрание сочинений: в 10 т.



Что за таблицы?

Когда благому просвещенью
Отдвинем более границ,
Со временем (по расчисленью
Философических таблиц,
Лет через пятьсот) дороги, верно,
У нас изменятся безмерно...

Упоминание «философических таблиц» в 7-й главе «Евгения Онегина» — отсылка к реальному статистическому справочнику экономиста Шарля Дюпена, который Пушкин превратил в поэтический образ. Прогноз об улучшении дорог через 500 лет воспринимается как пародия на утопические расчёты современников.



Всегда в курсе

Не исключено, что Пушкин знал о революционном открытии Лобачевского, представившего в 1826 году в Казанском университете доклад «Воображаемая геометрия». Возможно, через общего знакомого — Павла Шиллинга — поэт уловил суть этой революционной математической идеи.



«Пиковая дама» на пике моды

Качание старухи происходило не от её воли, а от скрытого гальванизма.

В начале XIX века под «гальванизмом» понимали явление электрического тока в организме (судороги), названное по имени физика Гальвани. В художественной литературе это «модное слово» метафорически соотносилось с чем-то необъяснимо жутким.



Между невозможным

Нет, я стану искать квадратуру круга.
Что это такое, верно...

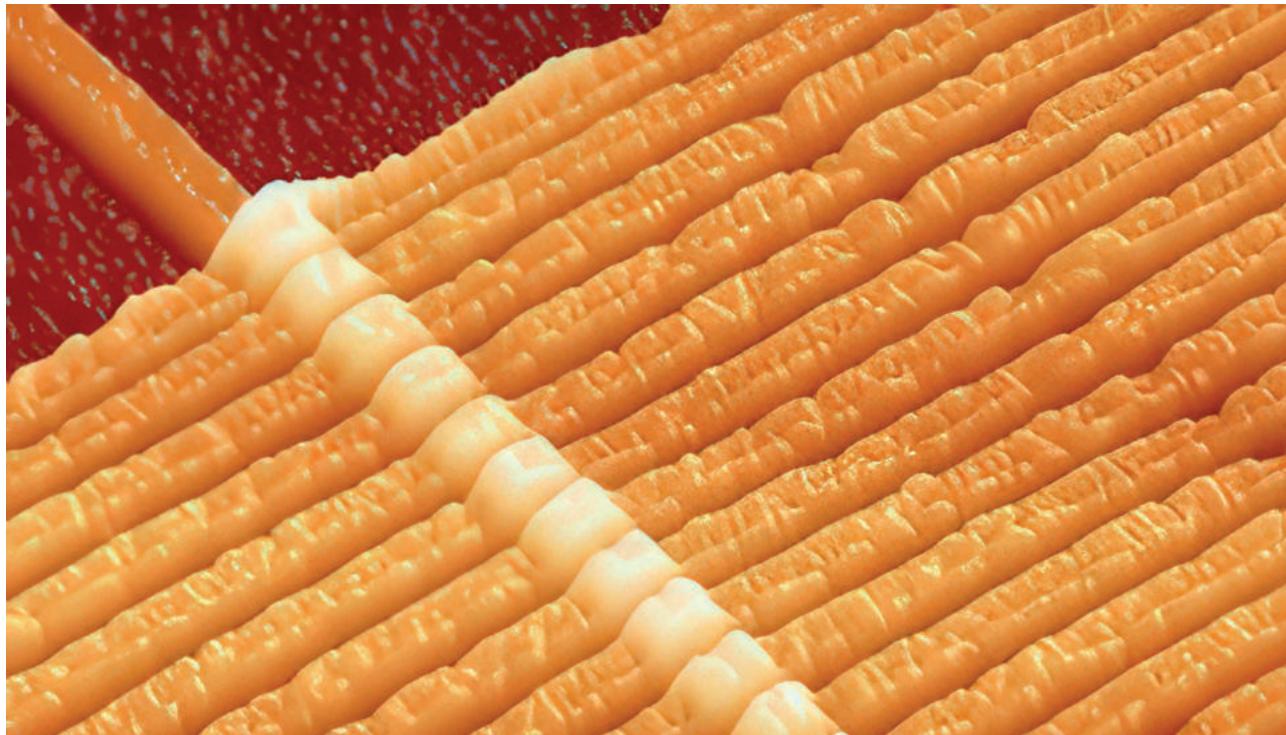
В черновиках «Сцен из рыцарских времён» поэт заменил «квадратуру круга» на «рерпетуум mobile», словно выбирая между двумя невозможными идеалами.

«Квадратура круга» — знаменитая нерешаемая геометрическая задача, а «рерпетуум mobile» — вечный двигатель, мечта алхимиков. Поэт, вероятно, знал о скепсисе учёных — особенно после запрета Французской академии рассматривать такие проекты с 1775 года.





Получить память с помощью радиации



Материал для нейроморфных (похожих на мозг) компьютеров будущего можно создавать с помощью радиоактивного излучения. Учёные физического факультета и Института ядерной физики им. Д. В. Скobelьцына МГУ им. М. В. Ломоносова совместно с коллегами из Курчатовского института использовали радиоактивный изотоп плутония-239 (он излучает альфа-частицы) для бомбардировки мемристора на основе оксида титана (TiO_2). Оксид металла ток проводит плохо, а сам металл — хорошо. **Мемристор**, который использовали для эксперимента, представляет собой непроводящий кристалл с вкраплениями проводящих канальцев. В результате облучения на месте выбитых радиацией атомов кислорода образуются дырки и остаётся чистый металл. Таких дырок получается примерно тысячу на квадратный сантиметр. Учёные подтвердили, что все параметры мемристоров после облучения улучшаются, а с помощью электронной микроскопии и математического моделирования ещё и доказали, что модификация материала

происходит не хаотично, а предсказуемо и упорядоченно. Всё это приближает эру стабильных и эффективных мемристоров и нейроморфных вычислений.

Работа выполнена в рамках деятельности Междисциплинарной научно-образовательной школы МГУ «Фотонные и квантовые технологии. Цифровая медицина». Исследование поддержано грантом Российского научного фонда.

● **Мемристор** — это переменный резистор, обладающий памятью. Сопротивление в нём зависит от того, какой электрический ток проходил через него ранее. Этим мемристоры похожи на клетки мозга человека и животных — нейроны, которые запоминают, если через них уже проходил сигнал, и в следующий раз аналогичный сигнал пропускают лучше или хуже в зависимости от настроек. Мемристоры — основа нейроморфных вычислений, очень перспективного направления в компьютерных технологиях, в том числе для решения задач, связанных с искусственным интеллектом.



Восстановить кости

Новые вещества для замещения и восстановления повреждённых костей создали учёные Института металлургии и материаловедения РАН. Инъекционные цементы и раньше применялись при травмах и болезнях, но они всё же сильно отличаются от костной ткани. Авторы новой работы показали, что добавление в цемент катионов магния улучшает его биологические свойства, а гиалуронат натрия повышает текучесть, что упростит доставку в зону повреждения.

*Исследование выполнено при поддержке
Российского научного фонда.*



Сохранить свежесть помидоров

Овощи и фрукты смогут дольше оставаться свежими благодаря покрытию на основе экстракта донника лекарственного (*Melilotus officinalis*). Защитную плёнку, увеличивающую срок хранения плодов, создали учёные Сургутского государственного университета, показав эффективность разработки на томатах.

*Проект реализуется в рамках программы
Минобрнауки России «Приоритет-2030».*



Найти и изучить жизнь на глубине

В журнале *Nature* опубликованы результаты международной экспедиции, в которой участвовали учёные Института океанологии РАН, Дальневосточного отделения РАН и Китайской академии наук.

С помощью обитаемого аппарата *Fendouzhe* исследователи изучили Курило-Камчатский и Алеутский желоба на глубинах от 5800 до 9533 метров. Там были обнаружены богатые сообщества многоклеточных организмов, чья жизнь основана на хемосинтезе



и метанотрофии — использовании химической энергии, а не солнечного света. Это чуть ли не самые глубоководные подобные сообщества, известные на сегодняшний день.

В этих сообществах доминируют погонофоры и двустворчатые моллюски, живущие в симбиозе с бактериями, перерабатывающими метан и сероводород. Вместе с ними встречаются бактериальные маты, полихеты и гастроподы.

СНИМАЙ



Лучшие фотографии
от молекул до Вселенной

НАУКУ!

Журнал «Кот Шрёдингера» представляет работы с конкурса «Снимай науку!», который проводит телеканал «Наука». В этом году на него поступило около тысячи фотографий: живые клетки и звёзды, грибы и звери, небо и земля, лёд и плазма, лепестки и листья... Мы выбрали для вас самые интересные работы.

Фундаментальным партнёром конкурса «Снимай науку!» стал Российский научный фонд, члены которого вошли в состав жюри. Соорганизаторами выступили Международный фестиваль НАУКА 0+, Политехнический музей и Сколтех. Конкурс традиционно проходит при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации.



Тайны лепестка розы

Автор: Александр Курилов

Размер этого участка лепестка всего 0,05 мм. Снимок удалось сделать с помощью атомно-силового микроскопа. Здесь не просто красота природы, а точный инженерный дизайн эволюции. Именно такая микроструктура отвечает за известный эффект лепестка розы: капли воды прочно удерживаются на поверхности, несмотря на её способность отталкивать воду (супергидрофобность). В отличие от классического «эффекта лотоса», капли не скатываются – они прилипают, сохранив почти идеальную форму шара. Эти свойства вдохновляют учёных на разработку умных покрытий, самоочищающихся материалов и сенсоров нового поколения.

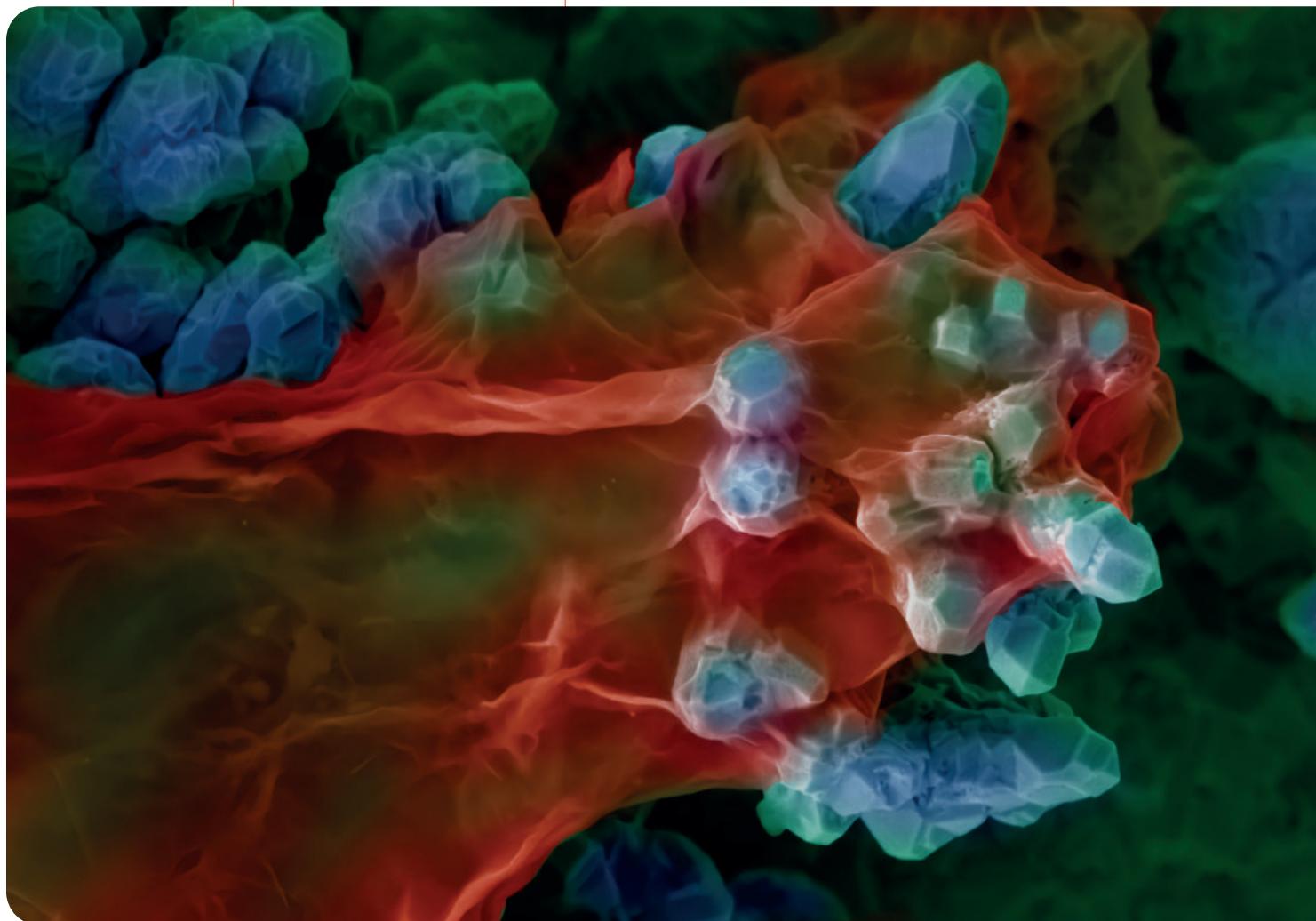


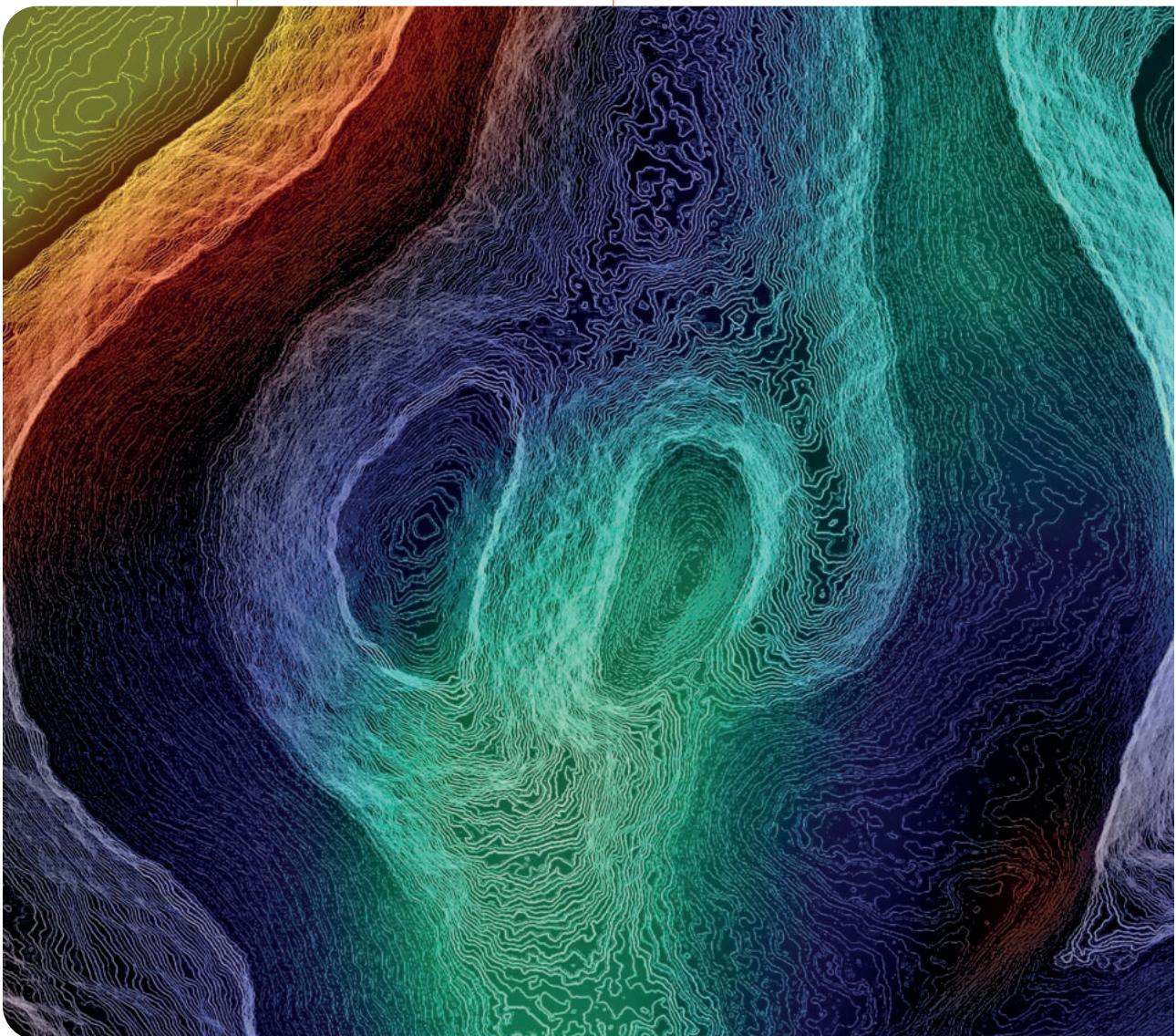
Графен на никелевых кристаллах

Автор: Алексей Самардак

Выращенная электроосаждением на медную подложку никелевая плёнка (сине-зелёная) из раствора Уоттса с добавлением многослойных графеновых чешуйок

(красные) для исследования влияния графена на магнитные свойства плёнок. Фото окрашено в псевдо-цвета.



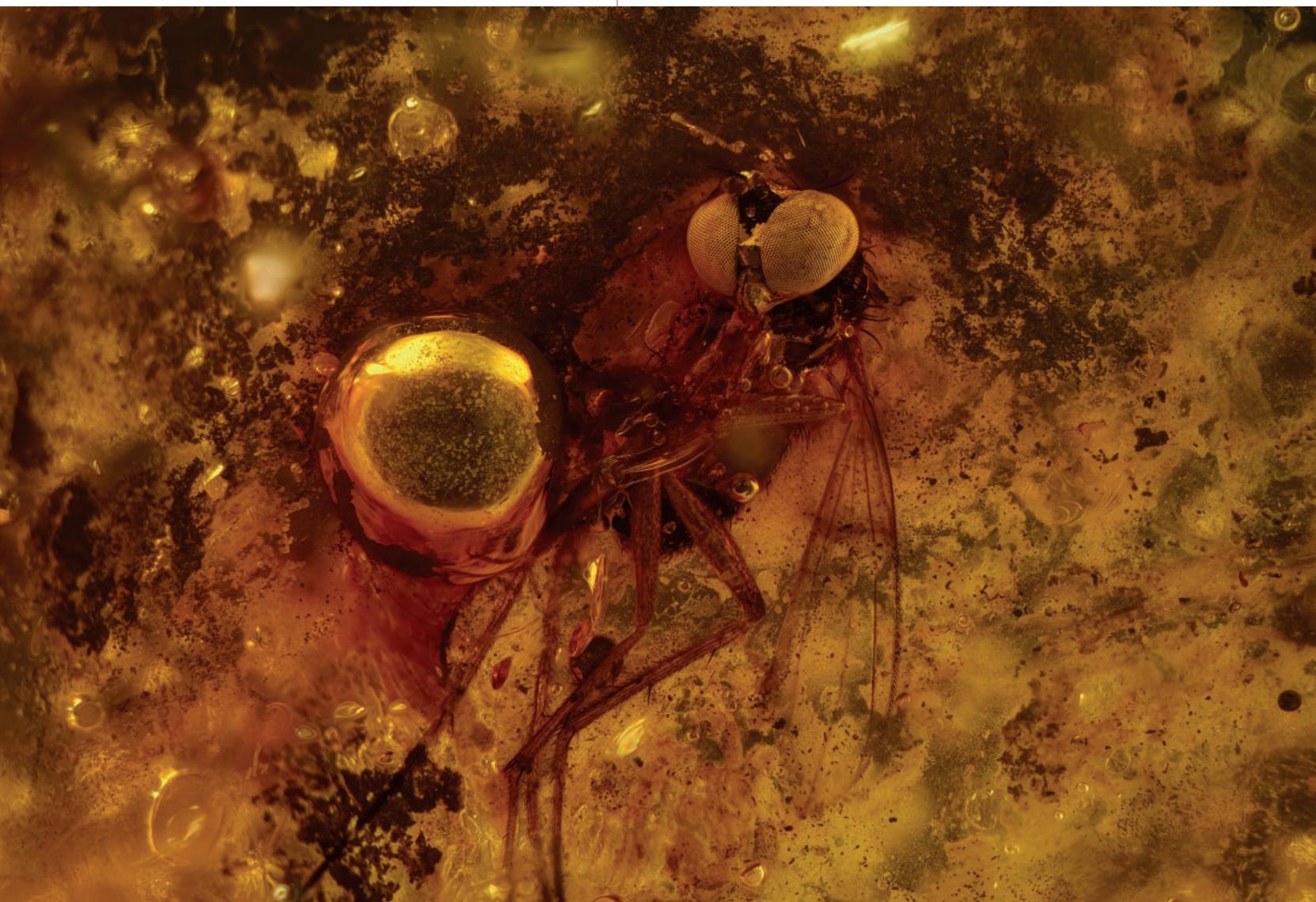


Магнитное поле над кольцом

Автор: Михаил Грибков,

один из самых известных научных фотографов. Больше десяти раз становился призёром конкурса «Снимай науку!». По профессии инженер-физик, изобретатель. Разработал ряд уникальных технологий, которые позволяют проводить научные исследования на уровне микромира.

Здесь представлен результат расчёта горизонтальной компоненты магнитного поля над кольцом в эксперименте с использованием сканирующего электронного микроскопа.



Застывшие во времени

Автор: Антон Орленко

Законсервированные в балтийском янтаре древние насекомые. Они летали по лесам примерно 37–40 миллионов лет назад.

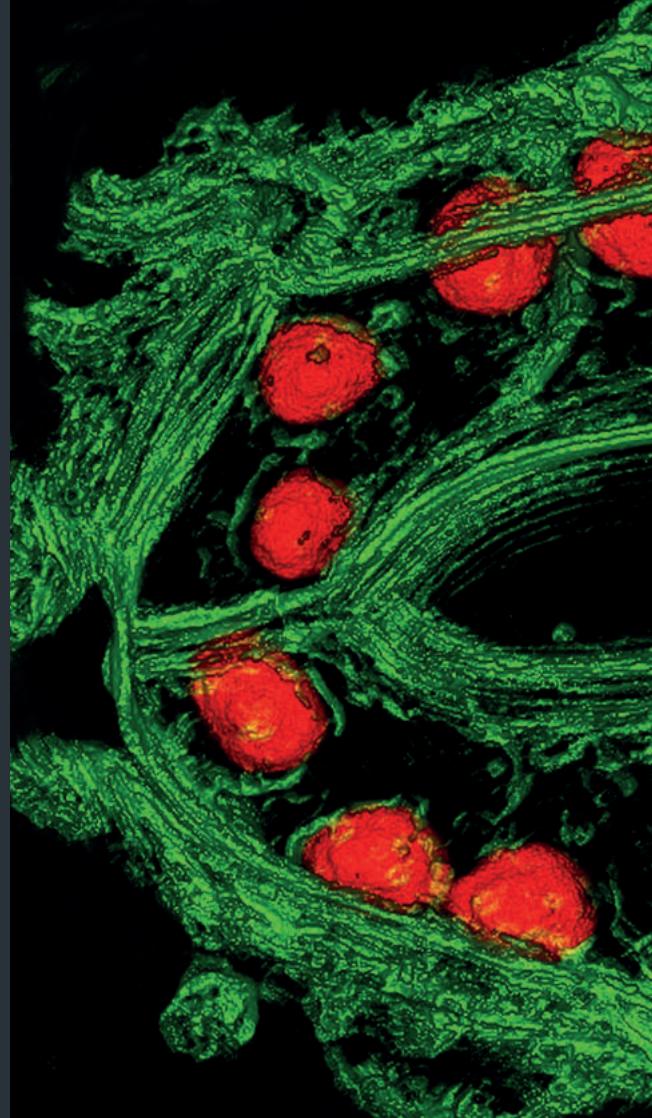
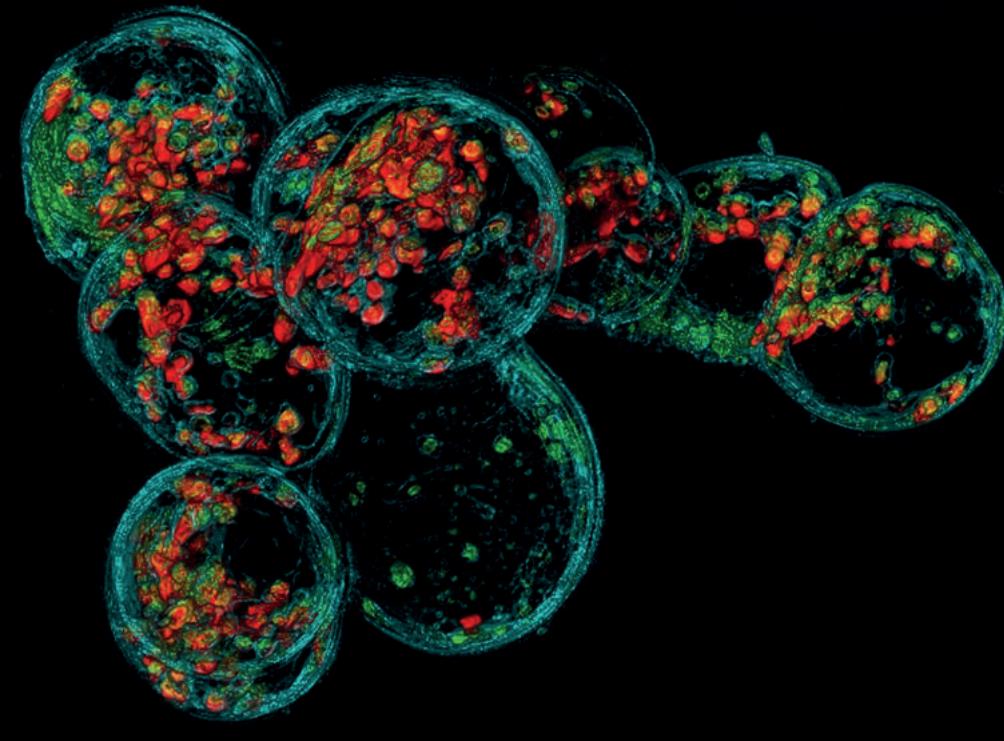


Пляж

Автор: Андрей Белавин

Белые скалы расположены на побережье Охотского моря на острове Итуруп, входящем в Курильский архипелаг. Это Тихий океан, расстояние от Москвы больше 7000 километров. Скалы состоят из пористого вулканического стекла и пемзы и сверху выглядят фантастически!



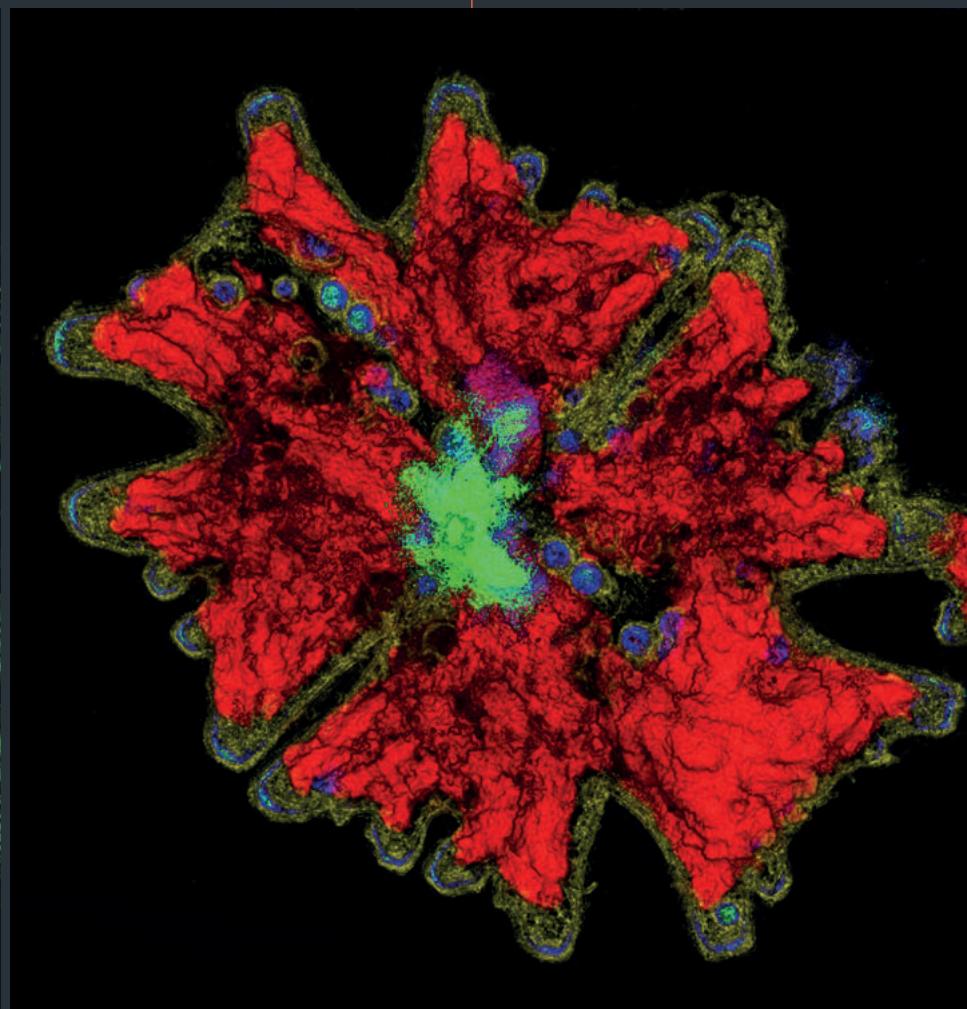
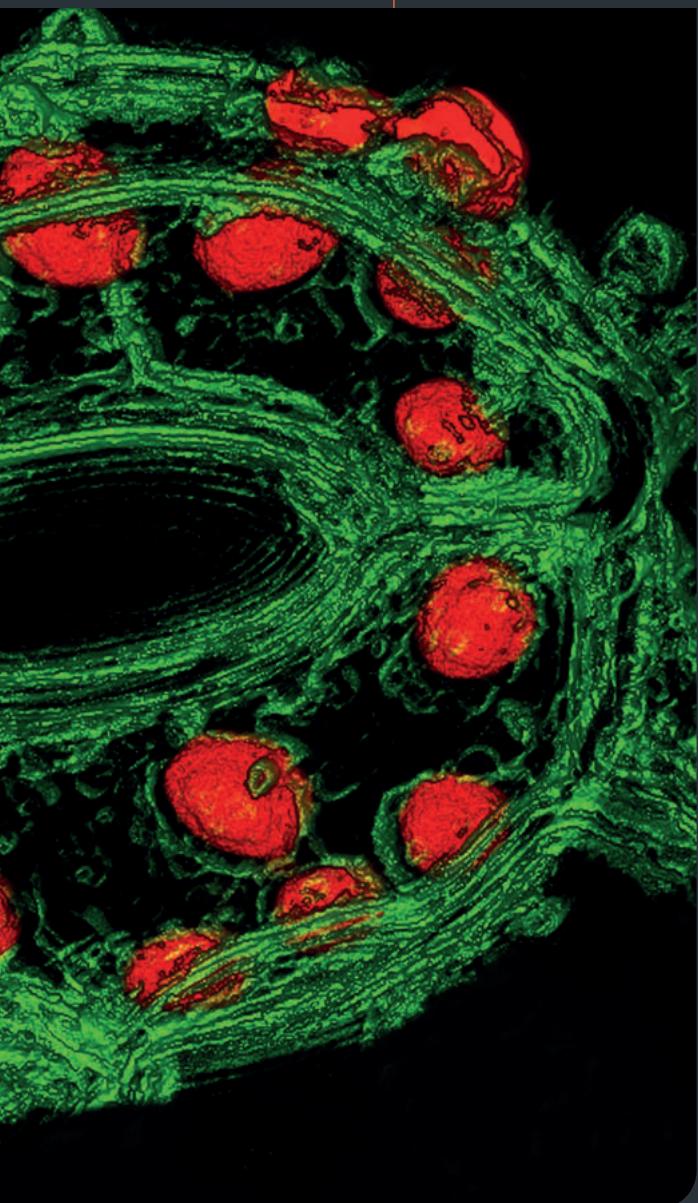


Мультивселенная под микроскопом

Авторская группа: сотрудники Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН Александр Воронков, к.б.н., в.н.с.; Людмила Халилова, к.б.н., с.н.с.; Мария Синетова, к.б.н., в.н.с.; Артём Фоменков, к.б.н., с.н.с.

Изображения получены на голотомографическом микроскопе Tomosube HT-X1™. Голотомография – относительно новый метод, который начал активно развиваться лет десять назад. Он позволяет получать детальные изображения клеток и других биологических объектов без специального окрашивания.

На фото слева – рождение сверхновых. Так выглядит световая культура клеток цветкового растения *Arabidopsis thaliana* (резуховидка Таля). У него короткий цикл развития, поэтому учёные часто используют его в лабораториях в качестве модельного организма.



Галактическое око

Замыкающие клетки
устыца *Nicotiana
benthamiana* – это
такое растение,
близкий родствен-
ник табака.



Красный гигант

Одноклеточная зелёная водоросль *Micrasterias* sp. C. Agardh ex Ralfs. Каждая клетка состоит из двух симметричных полу-клеток, между которыми расположено ядро.



Лоскутное одеяло Сибири

Автор: Георгий Истигечев,

сотрудник лаборатории биогеохимических и дистанционных методов мониторинга окружающей среды Томского государственного университета.

Эта серия работ выполнена
с беспилотного летательного
аппарата во время научных
биогеохимических
и почвенных
экспедиций.



Среди научных проектов, в которых участвует автор фотографий: «Пространственно-временная изменчивость растворённого органического вещества в заболоченных ландшафтах южной тайги Западной Сибири», «Исследование биогеохимических взаимодействий в системе почва – вода – растительность», «Углеродный баланс агрогенных и постагротехнических почв юга лесной зоны Западной Сибири».

Эти полевые исследования выполняются в рамках грантов РНФ и госзаданий Минобрнауки России.

ИСПОВЕДЬ ЭВОЛЮЦИОННОГО ПСИХОЛОГА



Из книги «Психология достоинства. Искусство быть человеком»



Кто написал:

Александр Асмолов, доктор психологических наук, заведующий кафедрой психологии личности факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова, заслуженный профессор Московского университета

Кто издал:

«Альпина Паблишер»



Эту книгу стоит рассматривать как лекарство. Или хотя бы как биологически активную добавку. Принимать лучше небольшими дозами, чтобы организм успевал переваривать сложные смысловые конструкции. Помогает от любви к простым решениям. Укрепляет веру в будущее. Также стоит назначать при излишнем пессимизме, чёрно-белой картине мира и ощущении всезнания. Среди возможных побочных эффектов — обострение интереса одновременно к психологии, философии, поэзии и биологии...

Автор этой книги — Александр Асмолов. Он, наверное, самый харизматичный из всех российских психологов. Его тексты порой напоминают поэмы, в которых герой парит над всем интеллектуальным наследием цивилизации. Чарлз Дарвин здесь соседствует с Мариной Цветаевой, а Альберт Эйнштейн с Александром Галичем. Чтобы собрать воедино всю мозаику тем, нужно немалое интеллектуальное усилие.

Ключевое слово книги — преадаптация. Это понятие родилось из проблем эволюционной теории. У многих живых существ есть достаточно сложные органы, которые выполняют свою функцию, только если полностью сформировались. Но как они могли возникнуть в результате естественного отбора, который начинается с небольших изменений? Идея преадаптации в том, что некоторые органы изначально появились для других задач. Например, крылья сначала были лапками, которыми можно было держать еду, потом они помогали планировать при прыжке и лишь много позже превратились в полноценное приспособление для полёта.

Применительно к книге Асмолова эту идею стоит рассматривать скорее как метафору. Эволюция живых существ не имеет цели. И органы не появлялись для того, чтобы дать преимущество своим хозяевам. Есть только один вид, на который не распространяется это правило. Это человек. Только мы умеем полноценно мечтать. Только мы понимаем, почему счастливое будущее нужно начинать делать в сомнительном настоящем.

Из введения

Быть оптимистом заведомо опасно. Пессимистом — куда выигрышнее. Нам кажется, что пессимизм ближе к реализму. Пессимисту позволительно ошибаться хотя бы потому, что от его ошибки все испытывают радость и счастливы забыть и уж во всяком случае простить его неверный прогноз.

Да и в общении люди, как ни парадоксально, лучше воспринимают того, кто выступает в роли ворона из знаменитого стихотворения Эдгара По. «Да, скоро будет плохо. Вам сегодня ещё как-то ничего себе? Не волнуйтесь, завтра будет хуже, не сомневайтесь. Завтра станет ещё чернее». Такие люди по-своему вызывают уважение, ведь они не плодят иллюзий и приучают к «трезвому взгляду» на вещи.

И вы, конечно, можете выглядеть таким мудрым вороном, вот только люди благодаря вам ещё более привыкают смотреть на жизнь как фаталисты. Окружающие склоняются к тому, чтобы ожидать того или иного финала событий, от них не зависящего.

Оптимисту ошибки не прощают, ведь вы вселяете в людей надежду, которая может не сбыться. Но только наша надежда — это альфа и омега для конструирования будущего. Лучшего будущего не случится, если никто не будет надеяться на него, а потому и не приложит усилия к его достижению.

Так что люди, способные придавать размышлениям о будущем конструктивность, — оптимисты. Если наш реализм конструктивен, то он оптимистичен.

Уточню ещё одну важную для понимания этой книги вещь.

Я не просто оптимист, а (обратите внимание!) эволюционный оптимист — и за этим стоит определённая картина мира. Она связана с убеждением, что ничего в нашей действительности нельзя понять вне контекста эволюции. А что такое эволюция? Это движение мира к разнообразию. В этом движении есть падения, регресс, но в целом происходит развитие мира, в котором множится число альтернатив.

Когда я говорю, что я эволюционный оптимист, то тем самым утверждаю, что у нас всегда есть выбор. Ведь отсутствие альтернатив — это и есть абсолютное зло.

В современной эволюционной биологии многие теории поколебали идею приспособления к окружающей среде как единственного направления изменения в живой природе. Мир природы, а тем более человеческий мир через избыточное разнообразие закладывает возможности для самых удивительных проектов развития.

Благодаря избыточности сложных систем мы ухитряемся разглядеть те странные виды активности, которые готовят нас к встрече с неведомым, к искусствуправляться с тем, чего никогда не было... и оставаться Человеком.

Именно взгляд эволюционного оптимиста позволяет мне набраться отваги и попытаться ответить на вопросы, которые в рамках рационального разума вызывают недоумение.

Почему страх потери смысла жизни оказывается порой сильнее и действеннее страха смерти?

Почему мой любимый учитель, психолог Алексей Николаевич Леонтьев называл психологию личности драматической психологией, а символом жизненного пути

человека, превыше всего ставящего свободу выбора, считал восхождение на костёр?

Почему поступки столь разных и действующих на разных исторических сценах героев — философа Петра Чаадаева, биолога Николая Вавилова, психолога Льва Выготского, физика Андрея Сахарова, поэта Анны Ахматовой — порой воспринимались как донкихотство, безумие или шутовство? И тем не менее для многих из нас их жизнь является осознаваемым или неосознаваемым мерилом человеческого достоинства.

Поможет ли найти ответы на эти вопросы формула автора: «Преадаптация индивида есть цена за развитие вида»?

И наконец, не является ли ключом к пониманию связи феномена преадаптации с искусством жить достойно проходящая через всю эту книгу мысль Шекспира о том, что человек именно тем и отличается от животного, что ему вечно надобно не только «необходимое», но и «излишнее». Я бы сказал — избыточное. А порой — и несбыточное.

Веря в несбыточное и будучи эволюционным оптимистом, не могу отказать себе в удовольствии сыграть в угадайку «Кто же он — читатель этой книги?».

Он может быть кем угодно, но в его портрете мне угадываются следующие черты.

Это тот из вас, кто в своей жизни хоть раз с разной интонацией слышал от окружающих: «А тебе что, больше всех надо?»

Это тот неизвестный мне читатель, кто хоть иногда совершал неожиданные для самого себя поступки...

И непременно это тот, кто, как бы ему ни было трудно и даже больно, не перестаёт верить, что в этом безумном мире всегда есть те, ради кого надо во что бы то ни стало жить и надеяться. <...>

Из главы «Эволюция: восхождение к неповторимости личности»

<...> «Самосохраняться» не означает «не изменяться». Постоянство показателей жизнеспособности организма — это скорее исключение: как правило, под влиянием внешних воздействий они отклоняются от тех или иных эталонных значений. Поэтому необходимым

Почему страх потери смысла жизни оказывается порой сильнее и действеннее страха смерти?

Лучшего будущего не случится, если никто не будет надеяться на него

условием жизни служит механизм саморегуляции, который не только возвращает отдельные параметры системы к заданному эталону, но и сохраняет организм в целом, в то время как его отдельные составляющие изменяются в допустимых границах. Этот фундаментальный механизм жизни и получил название гомеостаза. Со всей очевидностью гомеостаз проявляется в биологии. В качестве хрестоматийно известных примеров гомеостаза можно привести терморегуляцию, поддержание постоянства солевого состава крови, количества воды в организме и др.

Но идея гомеостаза выходит далеко за пределы биологии. Она пронизывает классические концепции антропологии, психологии и социологии, поскольку отражает базовое стремление живых систем к неизменности и предсказуемости. В теории эволюции гомеостаз сопоставим с понятием «адаптация». Адаптациями называют специализированные приспособления, приобретённые в прошлом и актуальные в настоящем при небольших флуктуациях условий существования. Адаптивное развитие отслеживает изменение этих условий и гибко на них реагирует. Наиболее полно идеи адаптивной эволюции сформулированы в бессмертных трудах Чарлза Дарвина ещё в середине XIX века.

Но уже в 1901 году французский биолог Люсьен Кено выдвинул фантастическую идею предварительной адаптации, или преадаптации, как универсального механизма предвосхищения, обеспечивающего готовность к непредсказуемости любого будущего. Вдумайтесь: готовность к тому, чего и в помине не было в прошлом. Как это возможно — быть готовым к тому, чего, казалось, не может быть?

Идея Кено изначально представлялась абсурдной. Её приняли в штыки не только сторонники Дарвина, но и все те, для кого идеалом существования представляется полезность. Секрет преадаптации в том, что её фонд составляют избыточные универсальные структуры, не востребованные в настоящем — будь то индивиды или их сообщества, — но при необходимости потенциально готовые специализироваться по самым различным направлениям. В качестве наглядного примера можно привести оперение птиц, служащее вначале для их согревания, но потенциально готовое к совершенно другой функции — полёту — и, следовательно, освоению птицами радикально

новой среды обитания. Перефразируя известное изречение, можно вполне оптимистично утверждать, что «рождённый ползать летать может»!

Преадаптивную эволюцию характеризует освобождение от «диктатуры прошлого опыта» и резкий переход от адаптивного режима «трендов» к режиму производства новаций, внезапно преобразующих систему в целом в ответ на непредсказуемые изменения условий существования.

По большому счёту развитие психики как двигателя эволюции непосредственно связано именно с поразительным механизмом преадаптации. Выдающийся отечественный учёный Алексей Северцов, анализируя роль психики в ситуации стремительных изменений образа жизни, роняет блестящую метафору, которая вполне под стать знаменитому восклицанию Архимеда «Эврика!»: выживают «изобретатели» новых способов поведения.

В ходе эволюции, продолжает Северцов, порождается потенциальная психика. Алексею Северцову принадлежит гипотеза о существовании «запасного ума» у животных, который ждёт своего часа и может проявиться при резких изменениях условий жизни. Очевидно, что идеи о преадаптации и «запасном уме» резко противоречат представлениям о жизни как исключительно адаптивном процессе, направленном только на достижение гомеостаза и опирающемся только на ретроспекцию, в том числе на опыт вчерашних успехов и неудач.

Важнейшим условием раскрытия преадаптивного потенциала выступает собственная исследовательская активность индивидов, направленная на свободный поиск новых возможностей. В связи с этим в процессе эволюции всё большее значение приобретают преадаптивные достоинства индивидов, которые помогают им осваивать новые экологические, психологические и социальные пространства возможностей недопустимым прежде способом.

Но и это не всё. Прогнозирование, выходящее за пределы прошлого опыта, требует воображения. Такая абстракция позволяет мысленно создавать всё новые, до сих пор не существовавшие версии реальности, в чём и проявляется сама суть творчества. И человек — единственное существо, которое, накапливая ретроспективный адаптивный опыт, вместе с тем способно действовать вопреки ему. ^_^

7 тем для умных споров



Продолжаем нашу рубрику о темах для интеллектуальных бесед. Напомним: наша цель не в том, чтобы выяснить, кто громче умеет кричать: «Нет, ты не прав!» Интересно услышать друг друга, понять друг друга, а ещё лучше — прийти к общему мнению.



1



Область: космос

Какие космические задачи должны быть в приоритете?

При освоении космоса важнее развивать направления, которые могут принести реальну пользу уже в ближайшее время. Например, улучшить навигацию и связь.

Главное в космосе — познание мира. Когда речь идёт о разгадке тайн Вселенной, не так уж важно, принесут эти исследования экономическую выгоду прямо сейчас или нет.

Итог спора:



2



Область: интеллект

Современная молодёжь стала когнитивно иной?

Да. Доступность гаджетов, интернета и нейросетей отучает молодёжь самостоятельно думать и основательно учиться.

Нет. Возможно, молодёжь знает меньше фактов, чем старшее поколение, зато быстрее ищет информацию.

Итог спора:

3



Область: здоровье

Насколько опасны различные пищевые добавки?

Очень опасны. Обилие всего искусственного и синтетического в еде может привести со временем к серьёзным заболеваниям.

Не надо паниковать! Многие добавки совершенно безвредны, а страхи вокруг них раздутьы попсовыми журналистами.

Итог спора:

4



Область: психология

Можно ли считать психологию наукой?

Скорее да. Существует именно научная психология, в которой утверждения доказываются экспериментами и другими методами точно так же, как в физике или биологии.

Скорее нет. Психология — это про мудрость и здравый смысл, но не про науку. Человеческая душа — слишком сложная субстанция.

Итог спора:

5



Область: человечество

Отвечают ли учёные за последствия своих открытий?

Да. Учёный обязан быть ответственным гражданином. Он должен осознавать, к чему может привести его деятельность: к созданию нового лекарства или появлению оружия массового уничтожения.

Нет. Учёный лишь честно познаёт мир. То, как воспользуются его открытиями и изобретениями — во вред или во благо, — зависит не от него, а от других людей. Например, от политиков.

Итог спора:

6



Область: педагогика

Угрожает ли искусственный интеллект профессии учителя?

Да, это серьёзная угроза. Скоро роботы смогут рассказывать учебный материал куда лучше среднего педагога. При этом они будут учитывать реакции учеников и их индивидуальные особенности.

Нет, волноваться рано. Профессия учителя не сводится к пересказу материала. Он служит примером для учеников, воспитывает, социализирует. «Человеку нужен человек» — и в этом основная задача педагога.

Итог спора:

7



Область: экология

Насколько опасно пластиковое загрязнение?

Критически опасно! Человечество производит миллионы тонн пластика, большая часть которого выбрасывается. Этот мусор не разлагается, угрожая здоровью и людей, и животных.

Вред пластика переоценивают. Конечно, люди загадили им всю планету. Но пластик не какой-то страшный яд, его биологический вред минимален. Мы же не переживаем, например, из-за обычного песка.

Итог спора:



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МГУ 270
1755 2025



30 лет
Московское
образование
России. Праздник науки



Центр
педагогического
мастерства



СЕНТЯБРЬ-ДЕКАБРЬ
ВО ВСЕХ РЕГИОНАХ СТРАНЫ

festivalanuki.ru



твоя
квантовая
вселенная



вход
свободный

20 МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ФЕСТИВАЛЬ
НАУКА 0+



РОСАТОМ

СБЕР

СИБУР

РНФ

в центре
науки

ТАСС

РОССИЯ
ТВ

1

RT 20

РГ Медиа



ШРЕДИГЕР

ЮН

НАУКА И ЖИЗНЬ

Научная
Россия

ДУМАЙ

Wosd.ru

НАУКА

ТехИнсайдер

ПОСТНОУС

metr

Indicator.Ru

IMScience.News

ЭНЕРГИЯ

наука

ПОИСК

НАУЧНАЯ ЕЛКА

для детей и взрослых

- Зрелищные эксперименты
- Интерактив с детьми
- Научные подарки
- Море впечатлений!

декабрь
январь
2025/26



при поддержке
НАУКА 0+

Готовься удивляться!

Заведи себе «КОТА»!



«Кот Шрёдингера» – один из лучших научно-популярных журналов страны, планеты, Солнечной системы, да что там – Галактики! По крайней мере, нам так кажется.

Всё самое интересное впереди!



Купить любой выпуск
печатного журнала



Читать журнал
в ВК