



Издаётся при поддержке
Минобрнауки России



МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ФЕСТИВАЛЬ
НАУКА 0+



Научно-популярный
журнал kot.sh

КОТ ШРЁДИНГЕРА

#04(62) 2025

ГЛАВНЫЕ РАЗВИЛКИ
ЭВОЛЮЦИИ

СОЗДАТЕЛЬ
«ФИКСИКОВ» О МОЗГЕ
И ОБЩЕСТВЕ

СДАЁМ ЁГЭ
ПО ФАНТАСТИКЕ

В ОЖИДАНИИ НОВЫХ ЯДЕР

ЮРИЙ ОГАНЕСЯН О БУДУЩЕМ ТАБЛИЦЫ МЕНДЕЛЕЕВА



Самое важное из жизни российской науки



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МГУ 270
1755 2025



Центр
педагогического
мастерства



СЕНТЯБРЬ-ДЕКАБРЬ
ВО ВСЕХ РЕГИОНАХ СТРАНЫ


festivalnauki.ru

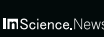


ТВОЯ
КВАНТОВАЯ
ВСЕЛЕННАЯ



ВХОД
СВОБОДНЫЙ

2 МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ФЕСТИВАЛЬ
НАУКА  +





Журнал «Кот Шрёдингера»
№ 4 (57) 2023 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
BK: vk.com/kot_sch

Свидетельство о реги-
страции: СМН ПИ № ФС77-
59228

от 4 сентября 2014 г.
выдано Федеральной
службой по надзору
в сфере связи, информаци-
онных
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 Констан-
тинов

Выпускающий редактор:

Мария Кисовская

Корректор: Ольга Готлиб

Директор фотослужбы:

Валерий Дзялошинский

Арт-директор: Сергей Кузе-
рин

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, обя-
зательно
давайте активную ссылку
на наши ресурсы. А то мы
обидимся.

● Мяу, друзья!

Под Новый год до меня дошли возмутитель-
ные слухи, что чудес не бывает! А как же я?
А все остальные чудеса природы? Вас ка-
кое из них больше всего поражает?

Мне самым удивительным кажется то, что вы читаете
эти строки. Как однажды сказал космолог Эдвард Р.
Харрисон: «Водород — лёгкий газ без запаха, ко-
торый, если дать ему достаточно времени, превра-
щается в людей, читающих эти строки». И ведь дей-
ствительно: после насыщенных событиями первых
мгновений существования Вселенная представляла
собой просто скопление простейших деталей для
сборки — ионизированных атомов водорода, прото-
нов, — которые сами собрались в звёзды и галактики.
Звёзды породили остальные химические элементы,
наполняя пространство всё новыми деталями кон-
структора, из которого мы состоим. Как только всё
было готово, возникла жизнь (по современным те-
ориям — удивительно быстро, почти сразу после
формирования Земли). Дальнейшее вы знаете.

Разве не чудо, что наша Вселенная сама собой не-
прерывно собирает всё более сложные и умные
структуры? И как здорово, что ей можно в этом по-
мочь, — ведь мы тоже принимаем участие в эволюции
разума и, кажется, даже сумели сильно её ускорить.

До чего же интересно, как пойдёт эта эволю-
ция дальше! Вот в новом году и увидим.



Содержание

Заведи себе «КОТА»!

ТЕМА НОМЕРА

4 ▶ Развилки эволюции
Когда и что пошло туда. И стало нами

ФИГУРА

16 ▶ Юрий Оганесян: Да что вы всё
об атомах, поговорим о звёздах
Новое интервью с человеком
и элементом



КОЛОНКА

24 ▶ Не британские учёные
Почему нашу науку нельзя не любить

ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ

26 ▶ Плоды квантовых революций
Кому создатель квантовой связи
задолжал доллар

32 ▶ Сказка о магниторецепции
Что лягушка сказала учёному

СУММА ТЕХНОЛОГИЙ

38 ▶ OLED в МГУ
Как делаются экраны современных
смартфонов

ЗАКОНЫ СВОБОДЫ

44 ▶ 7 популярных мифов о здоровье
Гомеопатия, ГМО и много воды

РЕПОРТАЖ

50 ▶ Нейроэксперименты
от первого лица
Как наш корреспондент рискнул своими
мозгами

ПОРТФОЛИО

56 ▶ Черти, ангелы и инопланетяне
Великие фотографии животного мира
Александра Семёнова

ПРЕПРИНТ ВЕРХУМ

70 ▶ Книга Георгия Васильева
про мозг и общество

ВЫХОД

76 ▶ Своими мозгами
Сдаём ЕГЭ по русской фантастике

82 ▶ 13 русских динозавров
Ящеры, открытые современными
учёными на территории России



«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

РАЗВИЛКИ ЭВОЛЮЦИИ. ЧТО ЕСЛИ БЫ ВСЁ ПОШЛО НЕ ТАК?



✎ Светлана Бозрова,
выпускница МГУ им. М.В. Ломоносова, кандидат
биологических наук, автор научно-популярных книг
«Биполярное расстройство», «Строение клетки»,
«Волосы» и др.

Когда изучаешь книги по эволюции нашего мира, то погружаешься в какой-то невероятный и отчасти фантастический мир. На протяжении 4,5 миллиардов лет на Земле происходило что-то удивительное — появлялись и исчезали ландшафты, организмы, виды животных. Шли еле заметные, медленные, но постоянные и неотвратимые изменения, в результате которых появились мы и мир вокруг нас. Мы, люди, — результат множества случайных поворотов. Но что было бы, если бы всё пошло иначе?

Что использовать в качестве главного биологического растворителя?

Альтернатива 1.

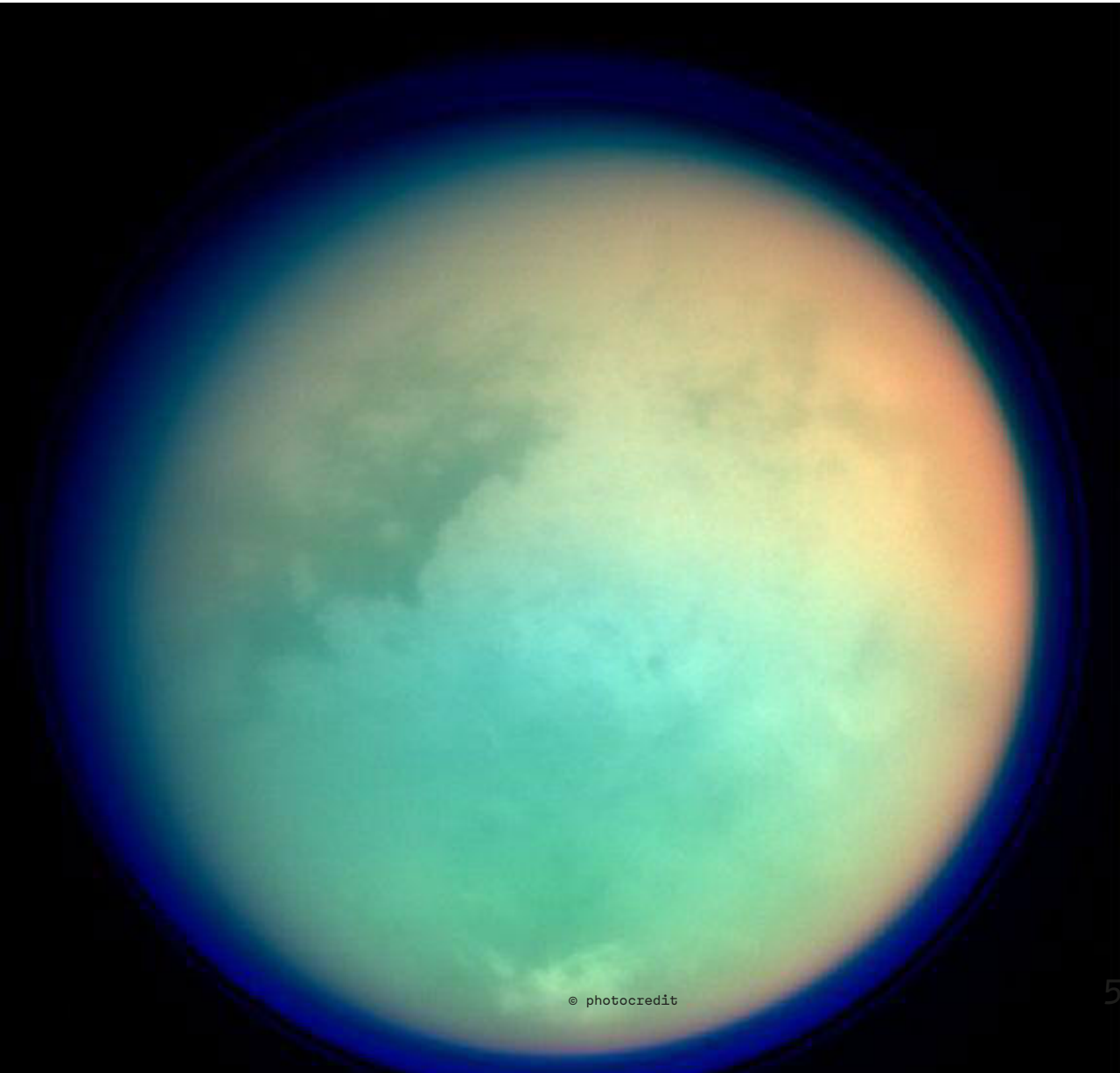
Альтернатива 2.

Воду

Другое вещество: жидкий метан, аммиак, серную кислоту

Когда учёные ищут жизнь на других планетах, то один из главных критериев — существование жидкой воды. Именно это вещество для нас служит универсальным биологическим растворителем, без которого не обходится практически ни один процесс в организме. Есть даже такое понятие — «Зона Златовласки»: это такое расстояние планеты от звезды, при котором не слишком жарко и не слишком холодно, то есть вода остаётся в жидком состоянии.

Теоретически вместо воды могло бы быть какое-то другое вещество. Например, метан при низких температурах становится жидким и для некоторых задач мог бы заменить воду. Это даёт надежду на обнаружение жизни в таких холодных местах, как спутник Сатурна — Титан. Но Земля удачно расположилась относительно Солнца, и воды у нас достаточно. Поэтому выбор её в качестве основы для жизни вполне очевиден.



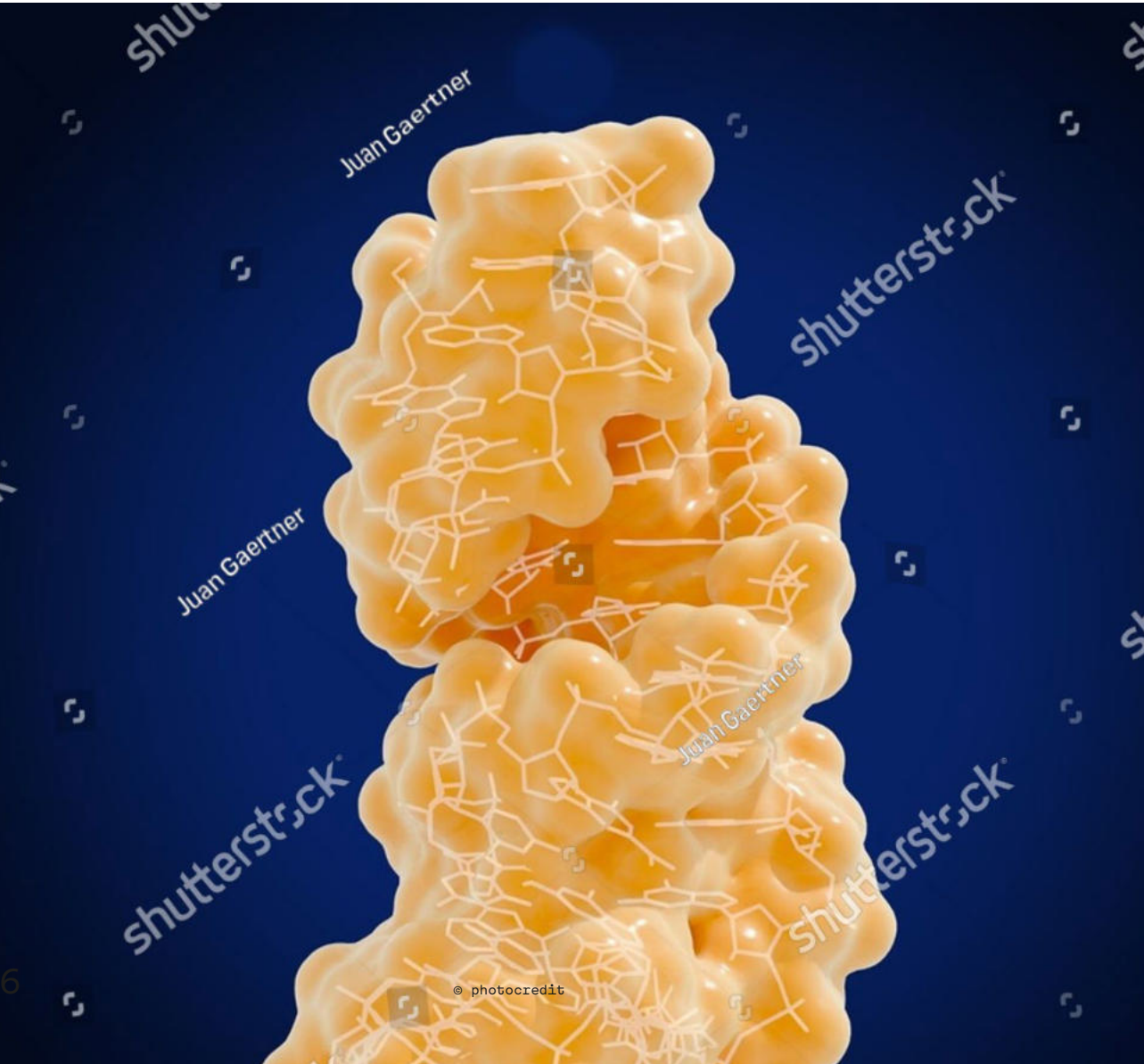
Какая молекула станет основой для наших генов?

Альтернатива 1.	Альтернатива 2.
РНК	ДНК

Примерно 4 миллиарда лет назад на Земле появились первые органические молекулы. Учёные предполагают, что это были самовоспроизводящиеся молекулы рибонуклеиновой кислоты (РНК). Они постепенно наполняли планету, пока их не стало слишком много и не началась естественная борьба за существование. Эволюция пошла дальше, и возникла дезоксирибонуклеиновая кислота — ДНК. Именно она стала универсальным хранилищем генетической информации для всех живых существ.

Почему ДНК оказалась успешнее? Всё просто: эта моле-

кула прочнее, её легче точно копировать, она меньше подвержена мутациям. Организмы с ДНК выходили крепче и здоровее, чем если бы основу наследственности по-прежнему составляла РНК. РНК, конечно, тоже могла претендовать на главную роль — она умеет и хранить информацию, и участвовать в химических реакциях. Но представьте себе мир, где само хранилище генетической памяти легко и спонтанно разрушается. Хочется ведь чуть больше предсказуемости в жизни, не правда ли?

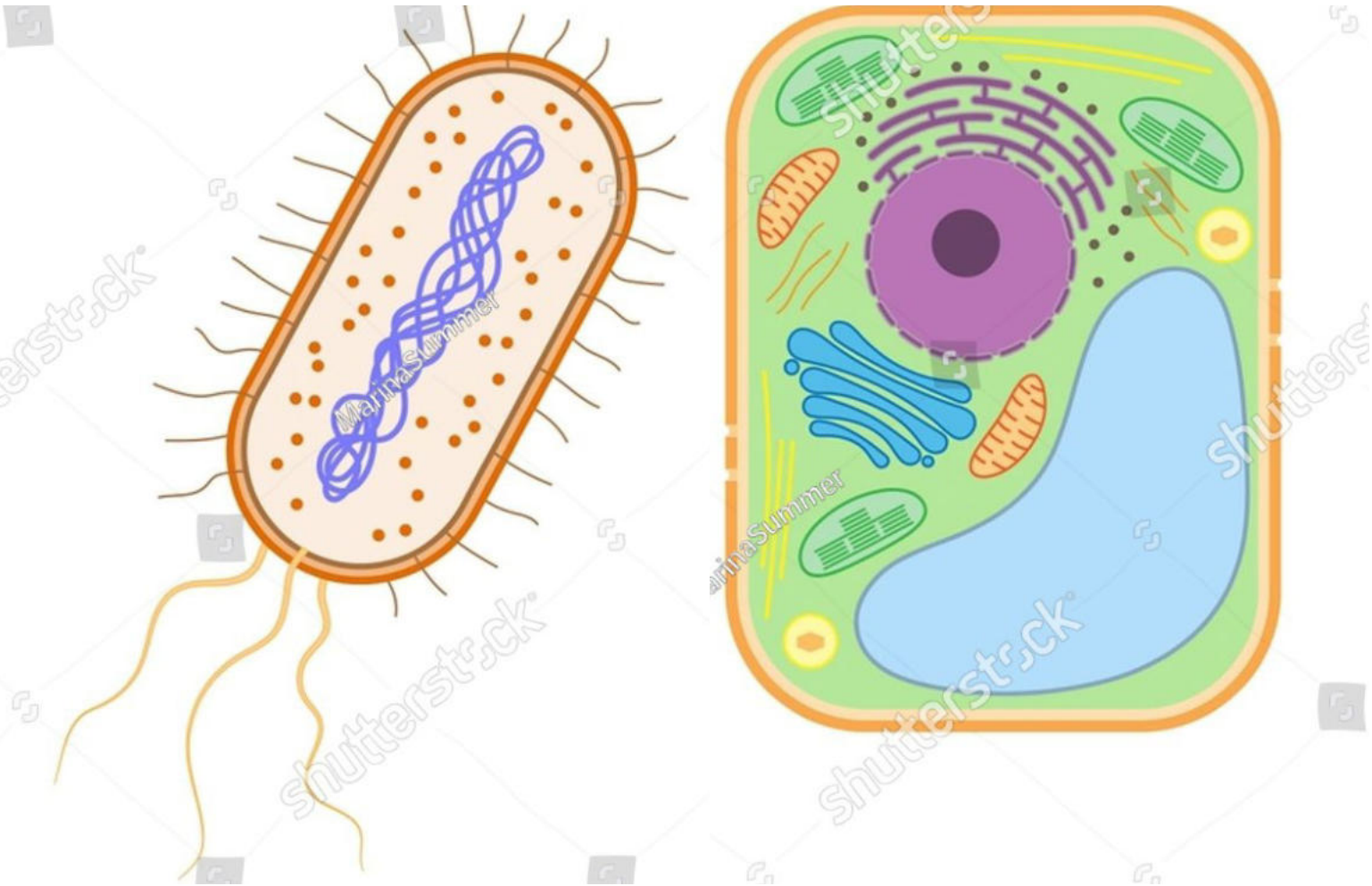


Чем дышать?

Альтернатива 1.	Альтернатива 2.
Кислородом	Какими-то другими веществами: углекислым газом, нитратами, сульфатами

Люди и многие другие живые организмы дышат кислородом. Но так было далеко не всегда: были времена, когда в атмосфере его вовсе не было. Тогдашние организмы использовали для дыхания не кислород, а другие вещества — углекислый газ, сульфаты, нитраты. Около 2,5 миллиардов лет назад произошла «кислородная катастрофа». Атмосфера изменилась, и в ней появился свободный кислород. Живым существам пришлось приспособливаться — и вышло это весьма успешно!

Поскольку кислорода стало много, именно его использование дало возможность расселиться по всей планете и пойти по пути бесконечной эволюции — шаг за шагом, пока в итоге не появились мы. Некоторые бактерии до сих пор существуют в бескислородной среде, но их немного, и их возможности весьма ограничены. Могло ли быть иначе? Никто не знает. Но если бы мы дышали углекислым газом и ютились в оврагах, то, скорее всего, были бы похожи не на людей, а на орков.

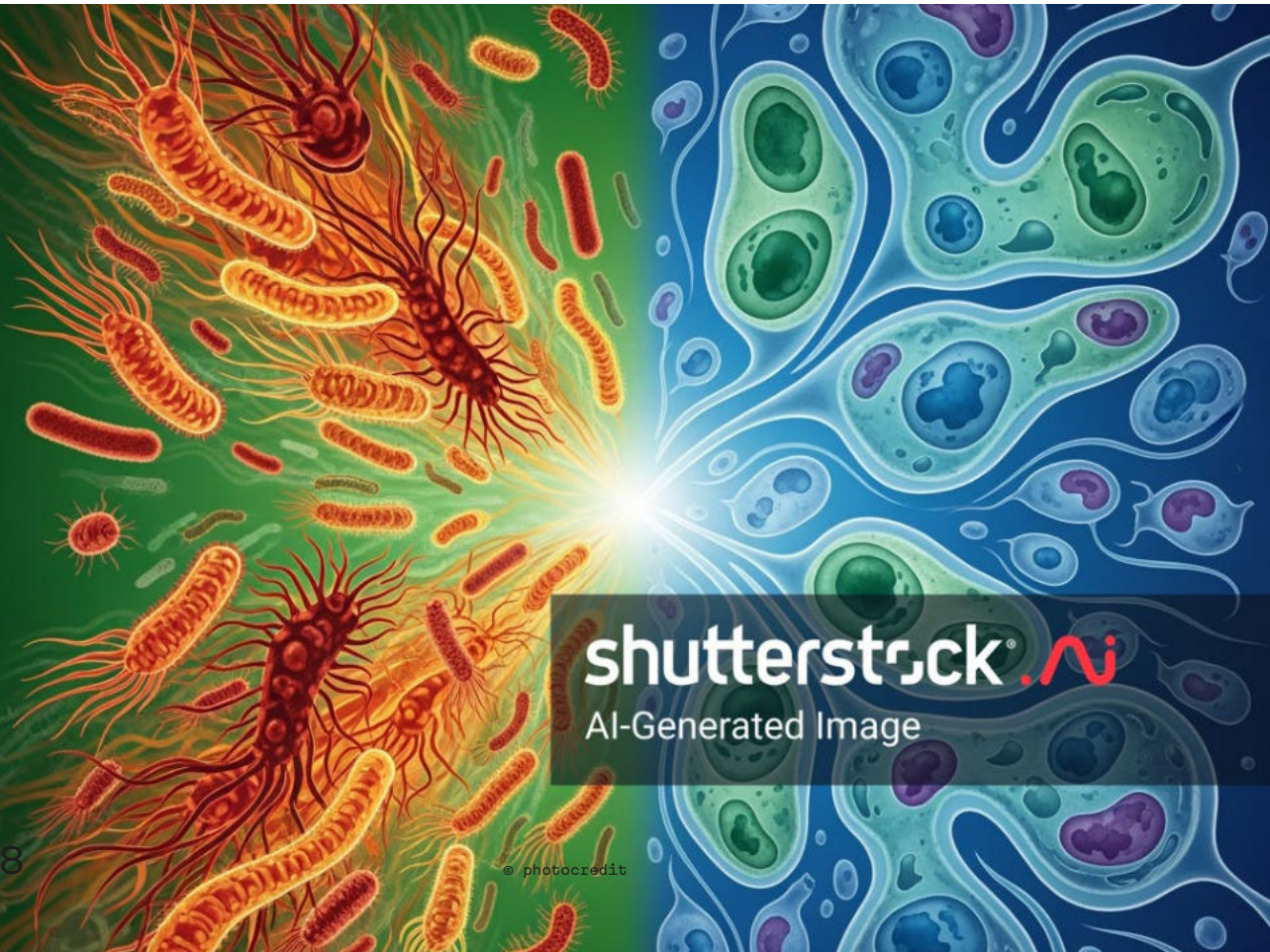


Сколько клеток в организме?

Альтернатива 1.	Альтернатива 2.
Много	Одна

Полтора–два миллиарда лет назад произошло одно из самых судьбоносных событий в истории жизни: одна клетка поглотила другую. Вместо того чтобы переварить «гостью», она оставила её внутри. Эта симбионтная бактерия со временем превратилась в митохондрию — миниатюрную электростанцию, снабжающую клетку энергией. Так появились первые эукариоты — организмы со сложным внутренним устройством. К тому моменту одноклеточные прокариоты — бактерии и археи — уже господствовали на Земле пару миллиардов лет. Появление эукариот стало переломным моментом. Это был новый уровень сложности: такие клетки могли становиться крупнее, разнообразнее и эффективнее. Долгое время они оставались одноклеточными, как амёбы или инфузории. А уже сотни миллионов лет спустя некоторые из них пошли дальше — образовали многоклеточные организмы. Именно это событие в конечном счёте привело к нам

с вами — существам с невероятно сложной организацией, интеллектом и сознанием. Мы можем летать в космос и защищаться от коварных вирусов — всё благодаря тому, что когда-то одна клетка поглотила другую. А что, если бы этого не произошло? Вероятно, Земля была бы заселена лишь бесчисленными одноклеточными. Может быть, со временем появились бы клетки размером с мяч — такие себе колобки, перекатывающиеся по земным просторам. Можно ещё пофантазировать и представить, что одноклеточные сумели наладить полноценный обмен информацией друг с другом и обрели коллективный разум. На планете плещется мыслящий океан вроде того, что описывал Станислав Лем в фантастическом романе «Солярис». Возможно, где-то в космосе и существует такое, но на Земле разум — привилегия многоклеточных.



Как размножаться?

Альтернатива 1.	Альтернатива 2.	Альтернатива 3.
Один пол	Два пола	Больше двух полов

Примерно 1,2 миллиарда лет назад, живые организмы перестали быть бесполоми. Впервые появилось половое размножение. При нём половые клетки двух организмов обмениваются генетической информацией, и рождается третий организм с «перемешанным» набором генов. В бесполом же просто воспроизводятся точные копии самого себя. Что лучше и почему люди пошли по пути полового размножения? Очевидно, разнообразие жизни значительно растёт, когда генетическая информация изменяется

от поколения к поколению. Да, энергии это требует больше. Но зато удобно накапливать и сохранять полезные мутации — это и от вирусов защищает, и от множества других болезней. Копировать самого себя легко, затрат почти нет. Но и расплата сурова: слишком велик риск, что все клоны погибнут от атаки одного агрессивного вируса. Да и представьте себе планету с восемью миллиардами одинаковых людей. Согласитесь, больше похоже на фильм-ужастик, чем на реальность.



Какова геометрия нашего организма?

Альтернатива 1.	Альтернатива 2.	Альтернатива 3.
Билатеральная симметрия — перед и зад отличаются, правая и левая половина зеркально похожи	Радиальная симметрия — что-то округлое	Какая-то другая симметрия (например, пятилучевая, как у морской звезды) или симметрии нет вообще

В позднем докембрии, около 600 миллионов лет назад, все животные имели либо радиальную симметрию, то есть были круглыми, либо вовсе никакой. В водных толщах передвигались плоские мягкотелые «коврики» и медлительные мешочки с щупальцами. Но так продолжалось недолго. С появлением первых хищников стало ясно, что нужно что-то менять. Их активное, направленное движение

привело к тому, что органы чувств сосредоточились спереди, а «конечности-придатки» расположились по бокам. Скорость таких существ резко возросла — по сравнению с вялыми радиально-симметричными животными они двигались прямо-таки как торпеды. Могло ли быть иначе? Вряд ли! Представьте себе круглого, бесформенного человека с головой посреди тела — неудобно и на охоту, и на работу, согласитесь?

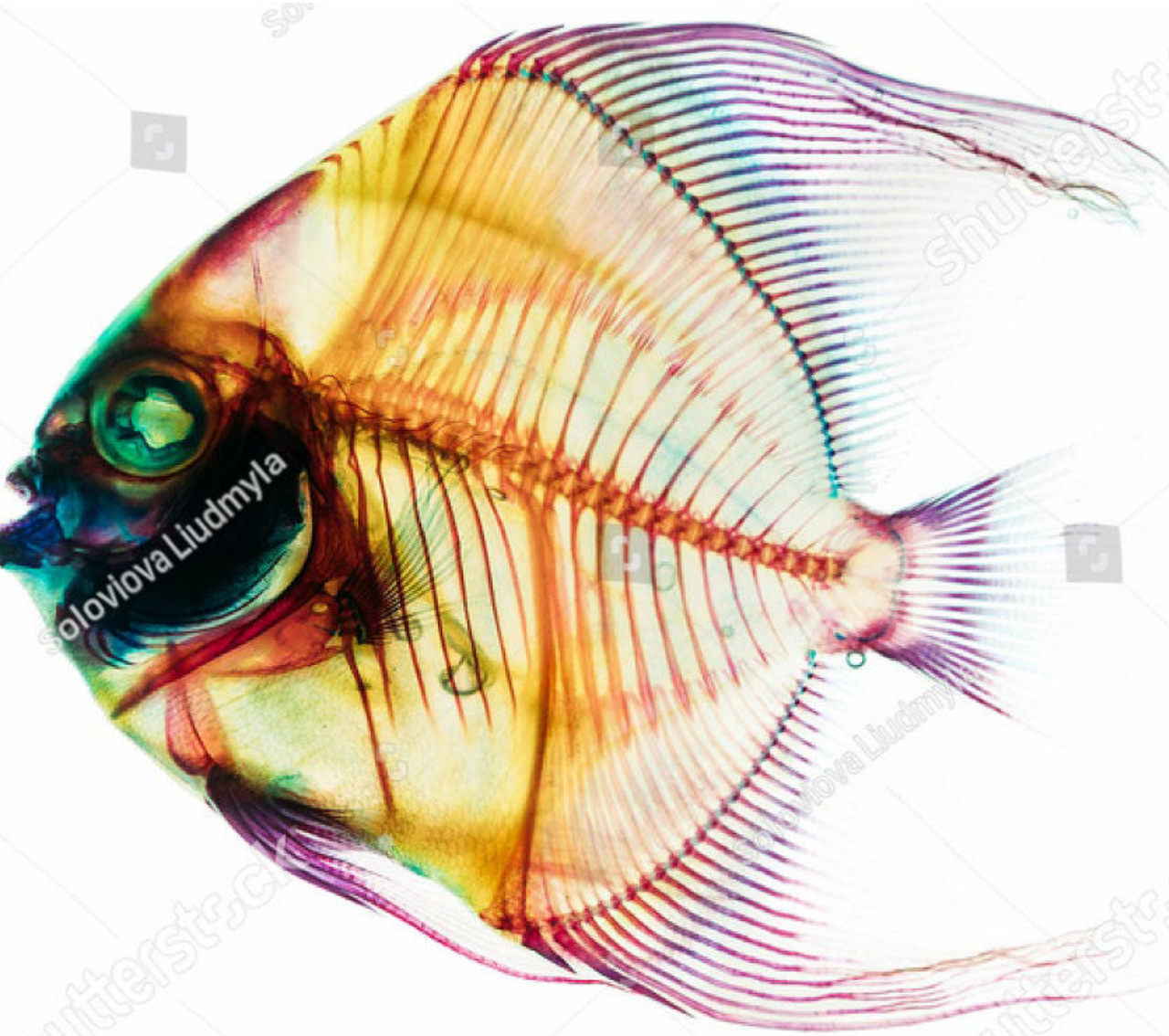


Что обеспечивает прочность организма?

Альтернатива 1.	Альтернатива 2.	Альтернатива 3.
Внутренний скелет	Наружный скелет, как раковина у моллюсков	Отсутствие скелета

Примерно 520 миллионов лет назад появились первые позвоночные существа с черепом и прочими костями. Это стало настоящим эволюционным прорывом. Позвоночник дал опору для мускулатуры, позволил телу вытягиваться и становиться крупнее, а череп — защищать мозг от ударов и зубов хищников. Такие создания плавали быстрее, дольше и охотились куда эффективнее.

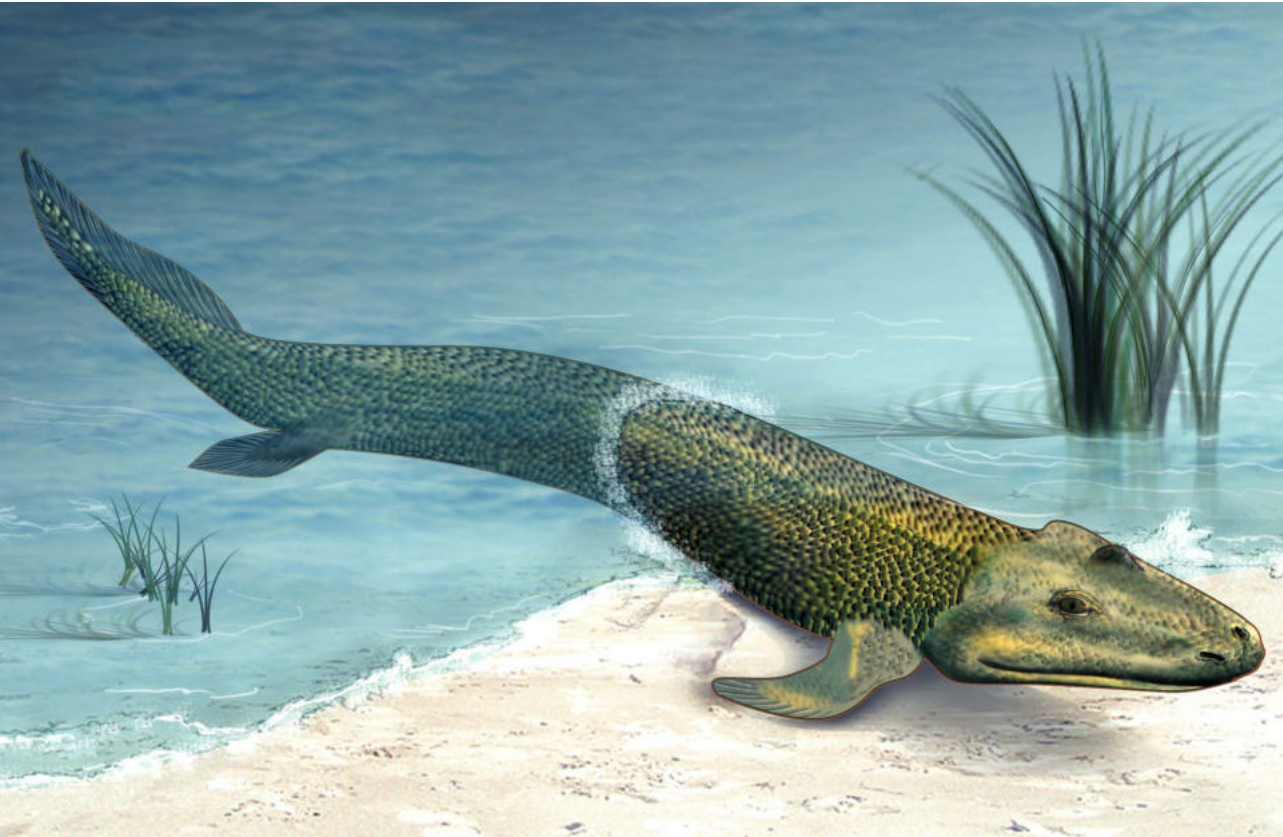
Не все организмы пошли этим путём — многие выбрали прочный внешний каркас. Таких животных миллионы, и они до сих пор прекрасно сосуществуют с нами. Но именно позвоночные сделали ставку на развитие сложного мозга и мощных мышц — и в итоге освоили сушу, воздух и океан.



Где жить?	
Альтернатива 1.	Альтернатива 2.
На суше	В воде

375 миллионов лет назад рыбы выбрались на сушу. Конечно, это не произошло за один миг: не было дня, когда рыбы массово решили прогуляться до соседнего водоёма. Переход от рыб к первым наземным позвоночным шёл очень медленно, через множество промежуточных форм. Новые существа учились дышать легкими и обзаводились плотными кожными покровами. Жизнь на суше оказалась выгодной — там было меньше хищников (в то время как в океане царили акулы и панцирные рыбы) и больше кислорода для энергетического обмена. Могло ли быть иначе? Безусловно: большинство орга-

низмов в итоге так и остались в воде. Мир мог бы быть полон разумных амфибий, поющих под водой, а не людей, строящих города на суше. Более того, некоторым жизнь на берегу показалась некомфортной, и они переместились обратно в водную стихию. Так предки современных китов и дельфинов бегали по лесам, подобно оленям, но постепенно они переместились в океан, утратив свои копыта. Но наша история пошла другим путем — и теперь мы наследники того выхода из болотистых лагун 375 миллионов лет назад.



Какой должна быть кровь?	
Альтернатива 1.	Альтернатива 2.
Всегда тёплая	Такая, какая температура вокруг

Около 250 млн лет назад, после пермско-триасового вымирания (самого массового в истории), на обломках старых экосистем начали формироваться новые ветви позвоночных. В те времена предки млекопитающих и предки крокодилов, динозавров и птиц разошлись по разным путям, и именно тогда у них параллельно появилась теплокровность. Это был не единичный скачок, а постепенное накопление признаков: высокая скорость обмена веществ, более

сложная система кровообращения, появление волос и перьев. Хладнокровные существа выиграли в экономичности — они существуют миллионы лет почти без изменений, особенно в тёплых регионах. Но именно теплокровные сделали ставку на независимость от температуры и скорость — и потому планету заселяют не разумные рептилоиды, а мы, тёплые люди с мягкой кожей.



Как рожать?

Альтернатива 1.	Альтернатива 2.	Альтернатива 3.
Живых существ	Яйца	Что-то другое

Если вас спросят, что было раньше — курица или яйцо, то ответ тут однозначен. Сотни миллионов лет, то есть задолго до появления кур в супермаркетах, животные откладывали яйца. Но в начале юрского периода, около 200 миллионов лет назад, млекопитающие впервые перешли к живорождению. До этого существовали переходные формы, которые уже выкармливали детёнышей молоком, но при этом сохраняли яйцекладку. Так делают, например, современные утконосы и ехидны — живые реликты древней линии. Откладывать яйца было энергетически выгодно: мать сразу после кладки оказывалась свободна, её организм

не перегружался беременностью. Но именно живорождение и длительное внутриутробное развитие позволили сформироваться более сложной нервной системе и заложили фундамент для социальных связей. Сегодня люди пытаются придумать способы вынашивать плод вне тела матери — в воображении тут же возникают огромные инкубаторы-яйца с детьми внутри. Но пока что ничего лучше женского тела для этой задачи не существует, и вряд ли когда-нибудь появится фабрика яиц с человеческими детёнышами. И это, признаться, не может не радовать!

В чём наша суперспособность?

Альтернатива 1.	Альтернатива 2.	Альтернатива 3.
Хорошо думать	Хорошо кусаться	Хорошо бегать

Около 300 тысяч лет назад в Африке сформировался наш вид *Homo sapiens*. Дальше история развивалась витиевато и довольно драматично. Через 100 тысяч лет появилось символическое мышление и первые окрашенные человеком предметы, ещё через 20 тысяч произошла когнитивная революция — развился язык, появилось первое искусство и сложные орудия. А примерно 12 тысяч лет назад человечество совершило аграрную революцию и перешло к земледелию. Это дало нам возможность жить в любой среде — от жарких пустынь до холодной Арктики, строить ракеты и нейросети, спорить о морали и читать журнал «Кот

Шрёдингера». Но альтернатива тоже существует: бактерии, грибы и муравьи прекрасно обошлись без «разума» — их сила в количестве и простоте, они владеют планетой миллионы и даже миллиарды лет. Мы же — недавние выскочки, у которых всё держится на полутора килограммах серого вещества, спрятанного в костяную коробку. Мы — результат множества эволюционных выборов. Большинство из них — случайность. Ни одна развилка на этом пути не гарантировала нам победу. Но так сложилось, что путь *Homo sapiens* оказался выигрышным. Пока...



ПОНЯТЬ АТОМНОЕ ЯДРО

В 2026 году могут быть открыты два новых элемента Таблицы Менделеева. Но это не точно

Журналист «Кота Шрёдингера» отправился в подмосковную Дубну, чтобы встретиться с одним из самых знаменитых российских учёных — Юрием Оганесяном. Он — научный руководитель Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н.Флёрова в ОИЯИ, один из первооткрывателей сверхтяжёлых элементов. Его именем назван 118-й элемент таблицы Менделеева — оганесон.

✎ Григорий Тарасевич ^

— **Юрий Цолакович, прошло уже много экспериментов, связанных с синтезом новых изотопов сверхтяжёлых элементов. Что нового они дали для понимания их свойств? Насколько они были удачны?**

— За десятилетие мы построили и запустили новую лабораторию, названную с моей лёгкой руки Фабрикой сверхтяжёлых элементов. Уже пятый год проводим на этой «фабрике» свои исследования с чувствительностью в 10—20 раз выше, чем ранее, и свойства новых элементов с Острова Стабильности начали раскрываться как цветы ранней весной. Они продемонстрировали удивительную живучесть атомных ядер, много интересных деталей их распада... Но до предела их существования мы не дошли. Это нас радует, конечно. С другой стороны, мы ступили на землю, где ещё «не ступала нога человека». Обнаружили, что предсказания современной теории о свойствах сверхтяжёлых ядер, сделанные на протяжении 30 лет до их открытия, полностью подтверждаются в эксперименте не только качественно, но и количественно. Это другая радость, сдали в очередной раз труднейший экзамен.

— **Почему установка для работы со сверхтяжёлыми элементами называется фабрикой? У меня это слово ассоциируется с производством чулок, конфет или чего-то ещё столь же обыденного. А тут трансурановый синтез...**

— По сути, от чулочной фабрики наша ничем не отличается. Потому что если вы знаете, как ткать чулки, то можете построить фабрику, которая будет выдавать по тысяче пар в час. Мы вот знаем, как создавать сверхтяжёлые элементы, и поэтому можем позволить себе «фабричное» мышление. Возьмём для начала 114-й и 115-й элементы и будем их синтезировать. На старом оборудовании удавалось получить по 5—6 ядер. А сейчас мы надеемся, что в каждом эксперименте их будет 500—600. То есть эффективность увеличится в сто раз. Это очень много! Только представьте, что электричка, на которой вы приехали из Москвы в Дубну, станет ездить в сто раз быстрее или вмещать в сто раз больше пассажиров.

— **Что можно сказать о химических свойствах сверхтяжёлых элементов, насколько оправдались предсказания?**

— В опытах Дубны 2007 года, в исследованиях химических свойств 112-го элемента был впервые измерен количественно так называемый «релятивистский эффект» в электронной структуре сверхтяжёлого атома, отличающий его от младшего брата — лёгкого аналога, атома ртути. Оказалось, что эффект невелик. 112-й

элемент, как и ртуть, благородный металл, только несколько более летучий, чем ртуть. Предсказывается, однако, что с ростом атомного номера «релятивистский эффект» будет быстро расти и уже 118-й элемент будет уже не благородным газом, как ксенон или радон, а твёрдым телом! Но это ещё требует экспериментальных доказательств. Опыт сложный, требует создания новой установки. Этим и занимаемся. А пока эксперименты проводятся на элементах 113, 114, в Дармштадте (Германия) даже на 115-м.

— **Можно ли что-то говорить о каком-то новом понимании ядра?**

— Несомненно. Экспериментально доказано, что предел существования ядер и атомов (если угодно, материального мира) определяется структурными свойствами ядерной материи, когда при определённых «магических» числах протонов и нейтронов сильно повышается стабильность всего ядра.

— **А можно ли говорить о приближении к «острову стабильности»?**

— Можно говорить о приближении к вершине «острова стабильности». Все синтезированные сверхтяжёлые нуклиды и их дочерние ядра уже давно находятся на этом «острове». Их открытие и является прямым экспериментальным доказательством существования этого «острова».

— **Когда начнутся эксперименты по синтезу 119-го и 120-го? Как оцениваете шансы на успех?**

— Скоро, примерно через год. Мы уже провели цикл модельных опытов и выбрали реакции синтеза 119-го и 120-го элементов. Моделью нам служил 116-й элемент. Здесь мишенью был элемент 94 (плутоний). Для синтеза новых элементов нужны новые мишени, тоже из искусственных элементов: 97-го (берклия) и 98-го (калифорния). Они в настоящее время нарабатываются в атомном реакторе с высоким потоком нейтронов. Но это не просто для того, чтобы заполнить новую клеточку. Посмотрите на таблицу Менделеева: последний открытый элемент был 118-й. По своим химическим свойствам это инертный газ. А если мы синтезируем 119-й, то сразу перепрыгнем в левый столбец и получим очень активный щелочной металл. Если, конечно, периодический закон соблюдается и для сверхтяжёлых элементов.

— **Вы уже знаете, как создавать эти новые элементы — 119-й и 120-й?**

— Да, и вовсе готовимся. В этом проекте будет участвовать много российских лабораторий. Напри-



мер, в городе Лесной Свердловской области делают изотопы, которые мы будем разгонять в ускорителе: кальций-48 и титан-50. Но это ещё и международный проект, мы сотрудничаем с США, Японией, Китаем, Германией и многими другими странами. У всех, естественно, свой научный интерес.

— **Насколько далеко может продвинуться дальше таблица Менделеева?**

— Долгосрочные прогнозы в науке кажутся мне всегда ненадёжными. Сам я в этом убеждался несколько раз. Несмотря на то что мы ещё не достигли границ масс ядер, всё-таки кажется, что мы находимся уже совсем недалеко от них. Тогда предел существования сверхтяжёлого атома, или элемента, будет там, где перестанет существовать его ядро.

— **Зачем синтезировать элементы, которые уже были получены? Клетка в таблице заполнена, открытие засчитано, элементу дали имя.**

— Когда мы проведём эксперименты со статистикой в сто раз больше прежней, мы увидим то, чего тогда не увидели. Может быть, удастся получить изотопы, которые будут жить относительно долго. Ещё нам надо исследовать химические свойства сверхтяжёлых элементов, а когда атомов считаное количество, сделать это очень сложно.

— **И когда же нам ждать открытия новых элементов?**

— Меня часто об этом спрашивают... Приведу в ответ пример, не имеющий к физике никакого отношения. Когда-то в мировом хоккее были две школы: советская и канадская. В советской школе очень большое внимание уделялось физическому развитию хоккеиста, но главное — разработке тактики. У наших было множество комбинаций, прямо как в шахматах. А канадцы действовали так: кидаем шайбу, бежим вперёд, дальше разберёмся. Нельзя сказать, какая школа была лучше, обе сильные. Но тактика совершенно разная. То же самое здесь. Можно ринуться создавать сверхтяжёлые элементы: 119-й, 120-й и так далее. Мы уже знаем, как это сделать, и обязательно этим займёмся. Но по большому счёту не так уж и важно, сколько их будет, этих элементов, на один больше или на один меньше, — это ничего не меняет, понимаете? Надо делать то, что даст нам новое знание. Сейчас стоит обновиться и подумать. Например, о структуре ядра.

— **Что же с ядром непонятного? Там нейтроны и протоны, состоящие из кварков, а связывают их друг с другом глюоны...**

— Казалось бы, Стандартная модель объясняет,

как устроен протон и нейтрон; астрофизики готовы описать, что было спустя одну микросекунду после Большого взрыва... Но природа ядерных сил как была, так и остаётся загадкой. Вот раньше предполагали, что у атомного ядра структуры нет, а ядерное вещество напоминает каплю жидкости. Плотность у неё, правда, на 15 порядков больше, чем у воды, но всё равно это аморфное тело. Из этого следует, что элементов может быть не больше ста, ведь очень большая капля распадается на несколько.

— **Но элементов уже сейчас получено 118...**

— Да, а почему их так много? Судя по всему, ядро — это не жидкость или не совсем жидкость. В нём есть какая-то внутренняя структура. Вот представьте себе каплю воды, а в ней снежинка. Получается своего рода арматура, которая делает всю систему более стабильной.

Есть такое понятие в физике — магические числа. Это количество протонов и нейтронов, которое делает ядро стабильным. Например, у свинца 82 протона и 126 нейтронов — он дважды магический. Поэтому, хоть он и очень тяжёлый и должен быстро распадаться, время жизни его основных изотопов в тысячи, а то и в миллиарды раз больше возраста Вселенной. Такие магические сочетания числа протонов и нейтронов могут обеспечить арматуру для нашей капли, даже если она большая. Возникает вопрос: если свинец такой стабильный, то, может, есть и другие элементы, потяжелее. Например, 114-й.

— **Но ведь он распадался за доли секунды!**

— Мы не знаем, сколько будет распадаться этот элемент, если у него окажется не только магическое число протонов — 114, но и нейтронов — 184. Такого изотопа у нас пока не было, нейтронов было меньше. Но с открытием Фабрики сверхтяжёлых может получиться. Даже если пока мы не можем добраться до пика на острове стабильности, нам по силам приблизиться к нему настолько, чтобы почувствовать эту землю.

— **То есть можно получить сверхтяжёлый элемент, который будет жить долго: часы, минуты, годы?**

— Такое вполне возможно. Но не факт, что это будет именно 114-й. Надо проводить эксперименты и смотреть: мы на последнем острове стабильности или дальше ещё есть земля? Может, когда-нибудь получится создать не сверх-, а гипертяжёлые ядра с гипермагическим количеством и протонов, и нейтронов. Почему бы нет?

— **Получается, что теоретически может существовать гигантское атомное ядро?**

— Забудьте вы об этих ядрах, ну их к богу! Возьмите нейтронную звезду. Она имеет массу как у Солнца, а размеры примерно десять километров в диаметре. Её плотность близка к ядерной, потому что внутри звезды в основном нейтроны и немного протонов. Таких объектов в космосе миллиарды, и жить они могут очень долго. А вы говорите «может быть»! Просто мы до конца не понимаем, как устроены ядерные силы.

— **Где же тогда предел таблицы Менделеева? Она бесконечна?**

— Тут немного другая история. Мы говорили про ядра. А таблица Менделеева систематизирует атомы — это ещё и электроны вокруг ядра. И вот здесь предел понятен, он находится в районе 172—174-го элементов. Тут всё кончается, точка.

— **Это приговор? Всякое же бывает...**

— Приговор, потому что здесь есть строгая теория. А «всякое бывает» там, где строгой теории нет. Это не моё личное мнение, а следствие из квантовой электродинамики. Есть предел, за которым ядро не может иметь электронную оболочку. Хотя даже такие вещи надо проверять. И у нас даже есть идея на будущую семилетку, как это сделать.

— **Вы хотите синтезировать такое тяжёлое ядро?**

— Мы собираемся симитировать этот предел. Наши коллеги уже проводили подобный эксперимент. Они брали два ядра урана, подносили их близко друг к другу, и на какой-то очень маленький промежуток времени все электроны должны были почувствовать, что заряд центра увеличился вдвое. Уран — это 92-й элемент, в сумме электронов 184. Может получиться совершенно невообразимая картина. Пока добиться результата не получалось. Но мне кажется, не получалось потому, что делали неправильно, а можно ведь по-другому. Есть шанс, что у нас выйдет. Может получиться, как со сверхтяжёлыми элементами, а может и нет. Не знаю.

— **Я поймал себя на мысли, что слова «получится» и «не получится» вы произносите чаще остальных. В вашей жизни много этого ощущения — получится — не получится?**

— Да. Более того, в моей жизни ответ на вопрос «Получится или нет?» чаще всего должен быть отрицательным. Порой вероятность успеха не пятьдесят на пятьдесят, а гораздо меньше. Перед тобой семь лабораторий пробовали провести эксперимент, и у них

ничего не выходило. Ты смотришь, что они делали, и понимаешь: здесь надо было вот так, а здесь вот эдак. И пробуешь. В науке невозможно предсказать что-то точно, понимаете? Это всё равно что идти в лес, планируя собрать конкретное количество грибов. В науке ведь как? Ты идёшь, потом видишь, что не туда, возвращаешься. Выбираешь другой путь, идёшь. Понимаешь, что и он в никуда, — снова назад. Может получиться, но совсем не обязательно.

Я с колоссальным уважением отношусь к коллегам, которые проводят эксперименты в данной области. Даже если что-то не получилось, благодаря их работе другие поймут, по какому пути идти не надо, и начнут искать правильный.

Кстати, посмотрите направо — видите фотографию человека на горе? Это мой знакомый профессор из Швейцарии, замечательный человек! Но синтезировать сверхтяжёлый элемент у него не получилось, хотя их группа использовала тот же изотоп, что и мы, — кальций-48. Зато он сумел забраться на Эверест.

— **Вы сравниваете свою работу с альпинизмом? Или тут другая логика?**

— Ну, альпинизм — это всё-таки хобби. И к нему я отношусь с некоторой опаской. Знаете, я до восемнадцати лет жил в Армении, в горах. Помню, ещё ребёнком играл в футбол с друзьями на довольно высокой горе. Как-то раз я побежал за укатившимся мячом, не зная, что там обрыв. И почти сорвался в пропасть — в последний момент ухватился за куст. Хорошо, что у этих кустов, которые в горах растут, очень мощные корни. В общем, я выкарабкался. Но этот момент остался в памяти. И каждый раз, когда речь заходит об альпинизме, я вспоминаю, как висел над пропастью, держась за куст.

— **Я имел в виду метафору: приложить много сил, чтобы добраться до вершины, ощутить, что ты её покорил, и искать следующую. Это вам близко?**

— Нет, нет... Научная работа — это изнурительный труд. Не каждый человек так может — всё время получать отрицательные результаты. Он столько сделал, старался, много чего придумал, а ничего не получилось. Раз не получилось. Два, три. Пять. Десять. Мне мои товарищи, работающие в других областях, говорили: «Другой бы давно бросил это к чёрту и занимался чем-нибудь более продуктивным».

— **Так что же всё-таки вами движет?**

— Дело. И желание познать, докопаться до истины.

Когда вы на гору лезете, вы до истины не докапываетесь, просто идёте — и всё. А в науке надо выяснять, так это или нет. И надо ли вообще туда идти. Может, вообще в другую сторону надо. Здесь нет таких эффектов, как в спорте, в альпинизме. Есть труд — труд познания. Вот вы сейчас текст напишете, порвёте и будете писать по новой. И ещё раз порвёте, и снова перепишите. Вы же не хуже меня знаете это ощущение: не то, вот не то... Опять не то, да? На Эвересте такого не бывает.

— Мне сказали, что вы не любите, когда вам задают личные вопросы. Но я не могу удержаться и не спросить: в вашу честь назвали элемент — какие эмоции вы испытали?

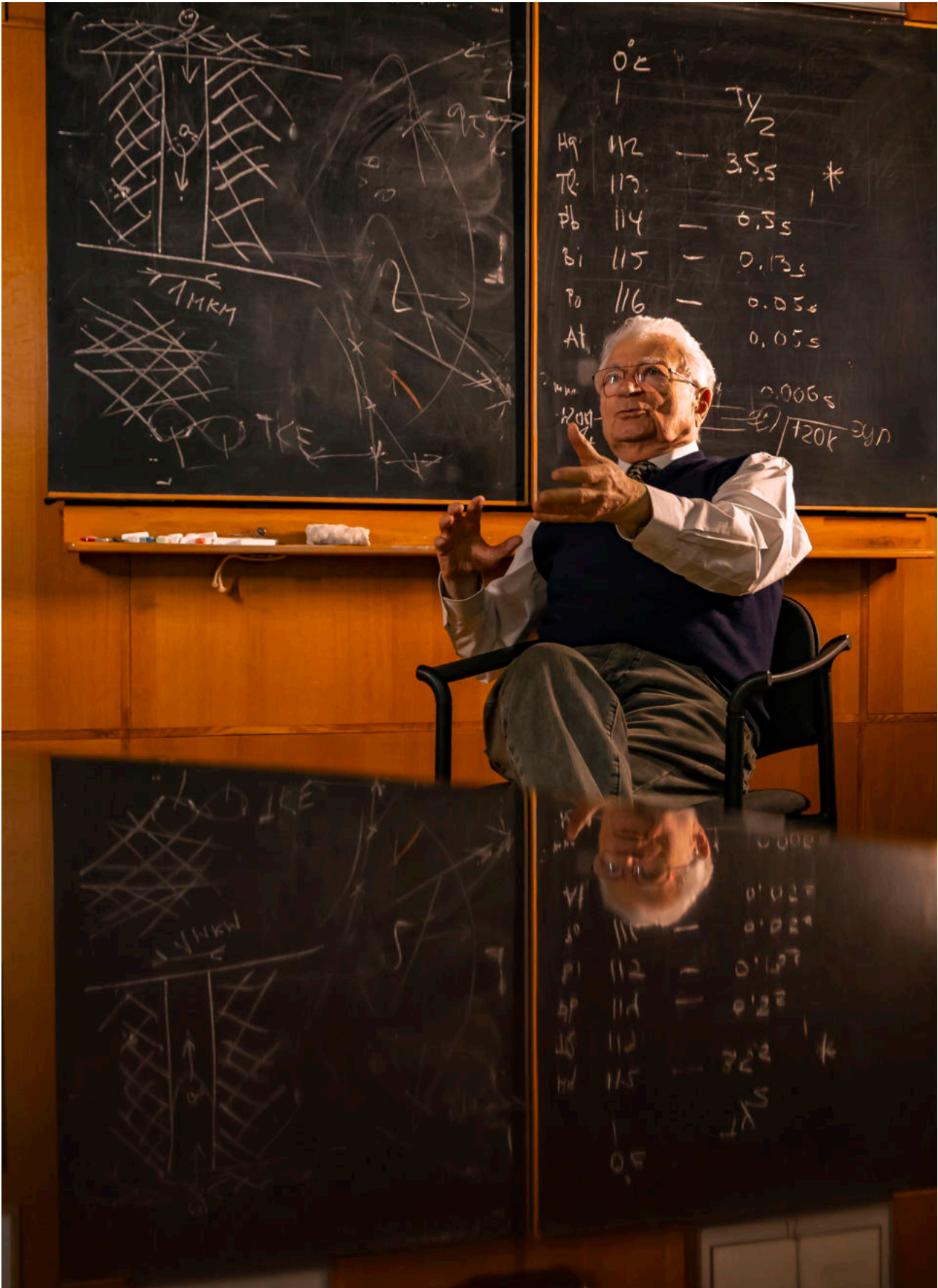
— Это все спрашивают. Но вы довольно деликатный человек, раз задаёте этот вопрос в конце беседы. Американские журналисты с него начали, и я сказал: «Знаете что, давайте этот вопрос оставим напоследок. Ну не из-за этого же мы собрались, правда?» А что касается названия... Этот вариант предложили мои соавторы, причём сразу две группы — американцы и наши, из Дубны. Дальше этот вопрос рассматривала специальная комиссия Союза теоретической и прикладной химии. Они тестируют предложенное название на предмет того, как оно будет произноситься на 135 языках мира, как звучат соответствующие химические соединения — чтобы не было путаницы, — как символ вписывается в формулы... Ну и в итоге приняли такое название, ничего особенного.

— Ну а если вернуться к эмоциям, вот подходите вы к таблице и видите своё имя рядом с Эйнштейном, Менделеевым, Кюри, Резерфордом... Как вам это?

— Да никак! Понимаете, никак. В науке принято называть что-то новое в честь первооткрывателя. Просто элементов мало, и это редко случается. А посмотрите, сколько уравнений и теорем в математике в честь кого-то названы. А в медицине? Альцгеймер, Паркинсон... Тут ничего особенного нет.

— А вообще учёный должен быть тщеславным?

— Тщеславным — обязательно. Но в хорошем смысле слова. Это не про известность и славу, а про желание первым добраться до истины.





НАУКА — ЭТО ЛЮБОВЬ

✎ Виталий Лейбин

Я люблю русских учёных. Как странно — не только детей, кошек, капибар, динозавров, муравьёв, но и взрослых человеческих учёных. Да ещё и русских. Нет ли тут национализма или какой-то перверсии? Не бывает же австралийской, китайской, испанской и русской математики, физики или химии — законы природы и правила доказательств универсальны, то есть одинаковы не только в отдельных странах,

но и, думается, во всей Вселенной. Отвечаю! Когда-то давным-давно я был редактором одного прекрасного сайта с новостями, и мне очень хотелось сделать интересные научные новости (потому что я сам учился биологии и люблю науку). А в те времена хороших научно-популярных текстов было мало, а те, что были, начинались прискорбно одинаково: «британские учёные доказали...» и дальше

шло что-то бравурно-безграмотное. Популярность мема про британских учёных объясняется тем, что в новостных отделах почти везде работали низкооплачиваемые сотрудники, у которых не было ни времени, ни сил сделать что-то оригинальное. И они переписывали новости друг у друга, чуть-чуть меняя слова. (С такой работой сейчас уже неплохо справляются популярные нейросети.) Некоторые ещё знали английский и переписывали из популярных англоязычных сайтов. А те в свою очередь переписывали из мировых информагентств, а те в свою очередь — с сайтов британских университетов, которые уже тогда уважали кликбейт и печатали веселенькое, а ещё с сайта популярного, но очень уважаемого научного журнала Nature, который издаётся в Британии. Получался такой испорченный телефон с «британскими учёными». А чтобы сделать хорошую и оригинальную заметку про науку, первым делом надо было дойти до первоисточника — оригинальной научной публикации (статьи, книги, доклада). Но и тут есть сложности. Журналисту, да и учёному, невозможно понимать статьи на все научные темы. Что тогда делать? Надо поговорить с кем-то, кто знает именно эту тему. Чаще всего это учёный — не обязательно русский, но знающий специалист. С российскими учёными российским журналистам чаще удаётся поговорить достаточно глубоко и на родном языке и что-то понять, чего раньше не понимал. А что это, если не любовь, когда другой человек дарит тебе целый новый мир — новое понимание, радость и счастье? Вот, скажем, я разговаривал со Станиславом Страупе из Центра квантовых технологий МГУ, просил объяснить, что за квантовые компьютеры такие и где там передний край науки — новости и старости. Но я узнал не только это! Станислав рассказал, что квантовый компьютер — это же большой объект, но живущий по законам микромира, если он возможен, то и Кот Шрёдингера, который и жив, и мёртв одновременно, тоже возможен! Удивительно же! Молекулярный биолог, заведующий лабораторией геномной инженерии МФТИ Павел Волчков как-то раз перевернул мой мир, рассказав, что учёные уже готовы создавать генетически улучшенных детей — поколение генетически неуязвимых, у которых будет радикально снижен риск заболеть самыми смертельными заболеваниями. (Но всё же надо подождать, пока общество будет готово к профилактике на уровне эмбрионов и будут учтены все риски.) А химик-кристаллограф из Сколтеха Артём Оганов при каждой встрече удивляет нас то предсказанием нового вещества, запрещённого школьной химии, то вообще новой

версией таблицы Менделеева — как расположить все элементы так, чтобы их химические свойства менялись плавно и по порядку. А ещё недавно я разговаривал с Алексеем Тарасовым из Факультета наук о материалах МГУ про то, как они делают полностью российские OLED-экраны (такие же, как на мобильных и прочих устройствах, или ещё точнее и компактнее), но прояснилось и куча других новостей науки. А в какой-то момент разговора Алексей как руководитель попросил кого-то из коллег позаботиться и ввести в курс дела первокурсницу. А я ведь и не знал, что на этом факультете студенты начинают работать в лаборатории уже с первого курса. И уже с самого начала хотят что-то сделать для людей, для общества. Потому что новые материалы — это не только про любопытство, но и про пользу человечеству. Очень важно, чтобы общество понимало, как наука важна для всех нас. Вся наука — мировая. Но особенно важно, чтобы наше общество знало про российскую науку, просто потому, что от российского общественного мнения мало зависят научные программы в Китае, США или Бразилии. Гораздо больше зависит, будут ли наше государство или российские частные компании делать больше ставку на покупку готовых (и часто уже не новых) технологий и товаров за рубежом или верить в прогресс и вкладываться в науку. Есть ещё одна причина любить российских учёных. Если разговариваешь с русскими учёными, узнаёшь не только научные вещи, но про жизнь — просто потому что байки и истории легче узнать с близкого человеческого расстояния. После некоторых историй уже невозможно оставаться прежним. Как-то я разговаривал с микрохирургом из МНОЦ МГУ Ксенией Гилевой после успешной инновационной операции, которая восстановила после болезни лицо (причём красивое лицо!) пациентке с использованием костной ткани её же лопатки. И в конце интервью я спросил, как же всё-таки люди становятся такими крутыми микрохирургами, как она. Ксения рассказала такую историю: «Я училась в Иркутске, но я жила не в Иркутске, каждый день ездила из другого города. У меня уходило три часа в одну сторону... Мне казалось, что я так долго не смогу, я всё время думала, как же мне тяжело. Сижу однажды вечером на вокзале, жду электричку. Навстречу мне — девочка с ДЦП. И я увидела, что она еле ходит, но преодолевает каждый день точно такой же путь, как и я. В этот момент я поняла, что даже внутри больше никогда не буду себе проговаривать, как мне тяжело. Я поняла, что у меня есть руки, ноги, голова, чтобы со всем справиться». Ну как после такого не любить наших учёных?



ПЛОДЫ КВАНТОВЫХ РЕВОЛЮЦИЙ

Как одиночные фотоны помогают защитить данные

✎ Владимир Егоров ^

Об авторе

Владимир Егоров, физик, специалист по квантовой связи, заместитель директора Национального центра квантового интернета Университета ИТМО, советник генерального директора по науке компании «СМАРТС-Кванттелеком», ведущий телеграм-канала «Ловкая Вселенная» (@TrickyUniverse).

О 650 километрах и 32 (с половиной!) сантиметрах

Катясь в спальном вагоне из Петербурга в Москву, я задумчиво смотрю на проплывающие за окном опорные столбы и бесконечную ленту проводов. Сегодня по ним передаётся не только электрический ток (для питания) и лазерное излучение (для связи), но и одиночные фотоны — фундаментальные частицы света, обеспечивающие защиту передаваемой информации по технологии квантового распределения ключей. Такая необычная сеть появилась благодаря стартовавшей в 2020 году «Дорожной карте развития квантовых коммуникаций», оператором которой стала компания «РЖД». Логично — волоконно-оптическая инфраструктура в нашей стране развёрнута вдоль железных дорог. Квантовые коммуникации — это технологии передачи информации с помощью объектов (или их ансамблей), описывающихся в терминах квантовой механики и подчиняющихся её постулатам. На практике чаще всего применяются фотоны — кванты электромагнитного излучения в инфракрасном (реже — видимом) диапазоне, поскольку их удобно передавать по опти-

ческим волокнам, по воздуху, в космосе, а также генерировать, модулировать и регистрировать с помощью устройств, изначально предназначенных для «классической» оптической связи. Сегодня самым зрелым направлением в квантовых коммуникациях является квантовое распределение ключей. Секретные ключи — это наборы символов, используемые для шифрования информации. Они должны быть известны только авторизованным пользователям, поэтому их нужно безопасно вырабатывать и передавать. Как мы увидим далее, если использовать для этих задач одиночные фотоны, то за счёт их квантовых свойств попытки подслушать или украсть ключи во время рассылки становятся практически невозможными. Загружая такие квантовые ключи в шифраторы, мы можем быть уверены, что очень эффективно защитили наши данные. Именно такой сервис будут предоставлять квантовые сети, созданные в рамках «Дорожной карты». Первый сегмент магистральной квантовой сети соединил Санкт-Петербург и Москву в 2021 году. Он включает около десяти промежуточных узлов, на которых производится приём и повторная отправка квантовой

информации, записанной в однофотонных сигналах. Длина каждого сегмента составляет порядка 60—70 километров, а общая протяжённость сети — около 650 километров, что сделало её второй по протяжённости в мире после китайской квантовой магистрали «Пекин — Шанхай».

Проект реализовывался командой, возглавляемой университетом ИТМО — одной из колыбелей квантовых коммуникаций в России. Именно здесь профессор Юрием Мазуренко был разработан метод квантового распределения ключей на боковых частотах, развиваемый сегодня в компании «СМАРТС-Кванттелеком». Он позволил перенести системы квантовой коммуникации с лабораторного стола на сети операторов связи, в которых требуется защищать хрупкие фотоны от воздействий внешней среды — колебаний температуры, механических деформаций среды, старения волокон. Здесь же, в стенах ИТМО, были разработаны методы построения квантовых сетей любых масштабов — от университетской до федеральной. Благодаря этому РЖД к 2025 году смогли покрыть квантовыми магистралями более 7000 километров: от Москвы до Сочи на юге и до Екатеринбурга на востоке. Эти достижения ввели нашу страну в число признанных мировых лидеров по квантовым коммуникациям.

Лёжа на купейной полке и продолжая вспоминать историю проектов, в которых мне посчастливилось поучаствовать, я задумываюсь над тем, какой огромный рывок совершили квантовые технологии на рубеже веков, и вспоминаю забавный случай, произошедший на конференции Qsgurt, проходившей в Шанхае в 2018 году. Там присутствовали изобретатели квантового распределения ключей: Чарльз Беннетт (IBM, США) и Жиль Брассар (Университет Монреаля, Канада). Во время пленарного доклада один молодой специалист давал исторический экскурс в направление и показал на слайде фото самой первой экспериментальной установки, созданной ими в 1989 году, упомянув, что «длина квантового канала составляла всего 32 см». В этот момент сидевший в первых рядах Брассар подскочил и громко крикнул: «Тридцать два с половиной!». В зале захохотали. А я задумался о том, что наука — это движение вперёд, где каждый следующий шаг даётся всё сложнее. Часто разница между «32 см» и «32,5 см» непонятна обывателю, но для специалистов представляет собой технологическую пропасть.

За четверть века мы прошли путь от 32,5 сантиметров до 650 километров. И это стало возможным благодаря двум техническим революциям.

О 2 революциях и 1 долларе (который я задолжаю)

Первый прорыв в области квантовых технологий свершился в 20-х годах XX века и ассоциируется с такими всемирно известными фамилиями, как Планк, Бор, Эйнштейн и, конечно же, Шрёдингер. Человечеству открылся удивительный мир ньютоновской механики, в которой объекты, связанные невидимыми узами квантовой запутанности, умеют телепортироваться сквозь преграды, результаты измерений неразрывно связаны с субъектом, их проводящим, и правит бал теория вероятностей. Благодаря этим открытиям люди глубже поняли мироустройство и научились описывать поведение квантовых систем, что позволило создать лазер и транзистор — два устройства, невозможных без квантовой механики и определивших развитие техники на полвека вперёд. Привычные нам сегодня смартфоны и домашние компьютеры, интернет и спутниковая связь — всё это и многое другое, определяющее наш жизненный уклад, является плодами первой квантовой революции.

В XXI веке относительно незаметно для обывателей происходит вторая квантовая революция, как назвал её в своей программной статье профессор Джонатан Даулинг (Louisiana State University, США), с которым мне довелось пообщаться на международной конференции по стандартизации квантовых технологий. Размах его личности я оценил по тому, как во время выступления он отказался от микрофона («Ещё не строили такой аудитории, где бы он мне понадобился!»). Даулинг выделил главную особенность второй революции — нашу способность управлять отдельными квантовыми объектами (фотонами, электронами, ионами) и конструировать из них не существующие в природе системы. Благодаря этому мы получили ключи к созданию компьютеров с недостижимой ранее производительностью (квантовые вычисления), сверхчувствительных датчиков (квантовые сенсоры) и невзламываемых систем передачи информации (квантовые коммуникации).

Помню, как за чаем Даулинг сокрушался: «Моё крылатое выражение разлетелось так широко, что если бы я получал доллар каждый раз, когда его употребляют, то стал бы богаче, чем Дональд Трамп». Поскольку я и сам нередко его упоминаю, то уже задолжал автору круглую сумму, которая с этой публикацией выросла ещё минимум на доллар.

О яблоках, котах, деревьях и носках

Чтобы понять, какие новые устройства позволяют создавать квантовые технологии, рассмотрим три

фундаментальных свойства, не имеющих аналогов в привычном для нас классическом мире:

1. Неопределённость — чем точнее измеряется одна характеристика квантового объекта, тем менее точно можно определить вторую (связанную с ней). Из этого постулированного Вернером Гейзенбергом принципа следует, к примеру, что чем точнее мы определили координату частицы, тем меньше знаем о векторе её скорости. По этой причине мы никогда не сможем предсказать траекторию движения электрона вокруг атомного ядра, лишь оценить вероятность его нахождения в разных точках. Я часто предлагаю студентам представить «квантовые яблоки» — одно из них диаметром 6 см, но непонятного цвета, а другое — определённо красное, но совершенно неизвестного размера.

2. Антиреализм — состояние квантового объекта можно определить только в процессе измерения, после которого оно разрушается. Это свойство — самое известное, поскольку иллюстрацией к нему служит знаменитый кот Шрёдингера! Напомним, что в этом мысленном эксперименте кошка помещается в коробку, в которой лежит колба с ядом, разбивающаяся в момент, когда происходит событие, имеющее вероятностный характер в силу квантовой природы, например, распад атома радиоактивного вещества. Пока мы не открыли крышку, чтобы проверить, не распался ли атом, кот с точки зрения квантового описания представляет собой суперпозицию двух состояний — проще говоря, он и жив, и мёртв одновременно!

Вспомним философский вопрос Джорджа Беркли: «Издаёт ли звук падающее в лесу дерево, если рядом нет никого, кто мог бы его услышать?» Принцип антиреализма утверждает, что в квантовом мире справедлив ответ «нет» — объективная реальность неотделима от процесса измерения.

3. Нелокальность — «запутанные» квантовые объекты могут влиять друг на друга, находясь на любом расстоянии (с некоторыми оговорками, не нарушающими теорию относительности, это взаимодействие происходит мгновенно, быстрее скорости света). Следуя классике квантовой механики Джону Беллу, проиллюстрируем это с помощью пары носков. Каждый мужчина знает, что они проявляют квантовые свойства: оставленные без присмотра, постоянно куда-то туннелируют. Проявляют носки и нелокальность. Если вы возьмете пару в руки, то не сможете сказать, где левый, а где правый. Но как только вы натянете один, скажем, на левую ногу... второй станет правым. И произойдет это мгновенно и независимо от дистанции: даже если вы на Земле, а он на Марсе! Похожие

неосознаваемые связи проявляют и ансамбли квантовых частиц.

Джонатан Даулинг предложил краткое и элегантное определение квантовых технологий — они должны использовать как минимум одно из этих трёх свойств.

О квантах атакующих и защитных

Причудливый мир квантовых объектов сегодня позволяет открывать новые горизонты в инженерии. Возьмем, к примеру, вычисления. В ЭВМ регистры хранят двоичные числа побитово, причём бит в каждой из разрядов принимает значение строго «0» или «1» и независим от остальных. Когда такой компьютер выполняет, к примеру, поиск по дереву вариантов, он вынужден последовательно перебирать все возможные значения в каждом из регистров, пока не найдет ответ. Квантовый компьютер — это устройство, регистры которого состоят из кубитов (квантовых битов), которые благодаря принципам неопределённости и антиреализма (вспоминаем кота Шрёдингера!) способны до измерения принимать значения «0 и 1 одновременно». А принцип нелокальности позволяет перепутывать эти кубиты, чтобы их значения во время выполнения алгоритма коррелировали между собой. Всё это позволяет достичь суперпараллелизации вычислений и быстро решать математические задачи, поиск ответа на которые на ЭВМ занял бы миллионы лет.

Упрощённо причину ускорения можно понять так: поскольку все разряды в регистрах одновременно представляют «и 0, и 1» и взаимосвязаны друг с другом, то все возможные маршруты по дереву вариантов ищутся за один проход.

Кстати, появление квантового компьютера внезапно может стать большой проблемой в сфере безопасности. Дело в том, что защита информации с помощью секретных ключей, которые мы упоминали в начале, основана на том, что электронный компьютер не способен быстро выполнять сложные вычисления (такие как разложение большого числа на простые множители). Однако многие подобные задачи по плечу квантовому компьютеру. В 2012 году пресса поиронизировала над квантовым процессором, «подсчитавшим, что $15 = 3 \times 5$ (с почти 50% вероятностью!)», но за последние десять лет прогресс в этой области настолько ускорился, что некоторые криптографы забили тревогу.

К счастью, вторая квантовая революция вместе с мечом вручила нам и щит. Ещё в 1917 году Гилбертом Вернамом был изобретён «идеальный шифр», стойкость которого не зависит от вычислительных мощностей: быстро взломать его не сможет даже квантовый



компьютер. Однако этот алгоритм требует применения «абсолютно стойких ключей», которые должны быть полностью случайны, использоваться один раз и быть равными по длине сообщению. До недавнего времени не существовало способов ни генерировать большие объемы истинно случайных чисел, ни рассылать секретные ключи с гарантированной на уровне физических законов защитой от подлога и подслушивания. Сегодня созданы квантовые генераторы случайных чисел, основанные на фундаментальной квантовой случайности, работающие со скоростями 400 Мбит/с и более. А вторая задача решается с помощью систем квантового распределения ключей. Применение одиночных фотонов в качестве носителей информации не позволяет нарушителю ни разделить сигнал, ни скопировать его, ни усилить, ни незаметно измерить и отправить дальше — всё это запрещено принципами неопределённости, антиреализма и нелокальности!

О квантовом интернете будущего

Квантовое распределение ключей незаметно стало технологией сегодняшнего дня. Наибольшего расцвета оно достигло в оптоволоконных сетях. Российские операторы связи скоро начнут предоставлять услу-

ги по квантовой защите информации юридическим лицам. Учёные ведущих стран мира трудятся над тем, чтобы подтянуть до того же уровня атмосферную и спутниковую компоненты этой технологии. Следующим шагом станет подключение к квантовым сетям беспилотных систем и других устройств интернета вещей. В 2023 году в России были утверждены первые шесть национальных стандартов в этой сфере. И всё же потенциал квантовых коммуникаций не ограничивается только защитой информации. Заглядывая в недалёкое будущее, мы можем представить появление сетей из квантовых компьютеров и сенсоров, которые существенно повысят их производительность. А однажды, возможно, квантовая запутанность найдет применение в системах дальней связи при колонизации космоса — и сигналы с Земли будут телепортироваться на далёкие планеты так же стремительно, как носок в ваших руках вдруг становится «правым».

Когда я готовил статью, то планировал закончить её так: «Дорогой профессор Даулинг, если Вы читаете эти строки, пожалуйста, свяжитесь со мной через редакцию — долг платежом красен», но узнал, что он скончался в 2020 году. Поэтому посвящаю заметку его памяти.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



OPEN SCIENCE WEEK
BRICS SCIENCE+

АССОЦИАЦИЯ
ОРГАНИЗАТОРОВ
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫХ
МЕРОПРИЯТИЙ



POPULAR.
FESTIVALNAUKI.RU

ЕСТЬ ИДЕЯ?
ДАЙТЕ ЕЙ СТАРТ!



РЕЧНАЯ СКАЗКА, ИЛИ ЧТО ТАКОЕ МАГНИТОРЕЦЕПЦИЯ

Магниторецепция — способность чувствовать магнитное поле Земли и ориентироваться по нему — присуща многим птицам, летучим мышам, некоторым рыбам, пресмыкающимся и земноводным. При этом она остается одним из самых загадочных явлений в живом мире, никто в точности еще не знает, как она работает. Зоолог Владимир Шахпаронов и его коллеги в лаборатории экологии наземных позвоночных кафедры зоологии позвоночных биологического факультета МГУ открыли магниторецепцию у двух видов лягушек и исследуют механизм этого сказочного явления.

✎ Варвара Гузий



Сказка о магниторецепции

«Где я?» Лягушонок осторожно открыл один глаз. Это место было ему незнакомо. Все такое непонятное! Утром он выбрался из речки на берег и погнался за мухой. А потом... ворона. Пришлось прыгать и петлять. Сейчас вокруг него не было ни одного знакомого запаха.

И вдруг — звук шелестящей травы. Появились два громких валуна-сапога и сверху — мужчина с небольшой бородой в костюме защитной расцветки.

— Привет! — сказал он. — Я Владимир Шахпаронов, зоолог, можно просто Владимир Владимирович. Я здесь впервые. Скажите, где можно найти еще лягушек, кроме вас?

— Привет! — повторил за пришельцем из другого мира Лягушонок. — Я сам потерялся и не знаю.

— Тогда давайте поищем их вместе. Садитесь сюда, чтобы мы могли лучше слышать друг друга, — предложил Владимир Владимирович и протянул ладонь. — Возможно, нам поможет ваша магниторецепция.

— Магниточто? — переспросил Лягушонок, чтобы меньше бояться такой опасной близости.

— Магниторецепция — это способность чувствовать магнитное поле.

— Вы сказали, что у меня есть эта маг-ни-то-ре-цепция. Выходит, она поможет мне вернуться к реке? Мне очень нужно туда попасть, ведь скоро зима... А еще я слышал от других лягушек, что те, кто зимовал не в речке, замерзли и умерли. Жуть!

— Теоретически, может помочь. Мы открыли, что ваши сородичи используют магнитное поле во время миграции, когда им нужно попасть куда-то далеко. Можно сказать, что у вас есть свой внутренний компас, и вы воспринимаете различные характеристики магнитного поля.

— А как это происходит? — Лягушонок явно нервничал. — Давайте ближе к делу: как мне все же попасть домой?

— Вот это мы и пытаемся выяснить, — улыбнулся биолог. — Нам самим хочется узнать, как вы это делаете. Давайте попробуем так. Вспомните направление, в котором вы двигались, чтобы найти речку и перезимовать в ней. Можете закрыть глаза и представить, как вы туда идете, точнее, скачете?

— Нууу... — протянул лягушонок. — Я попробую. Он сделал глубокий вдох и крепко зажмурился. Попробовал припомнить знакомые берег и растения. И тут Лягушонок почувствовал его. Он не мог понять, откуда

исходит этот импульс, но тот упорно тянул его куда-то в сторону. Вот оно какое, магнитное поле Земли! Он быстро открыл глаза и проквакал:

— Нам туда!
— Идем же скорее! — воодушевился ученый и сделал несколько уверенных шагов.
— Еще-еще! — командовал лягушонок.
Лягушонок внимательно осмотрелся и понял... что у него получилось. Воздух стал влажным и маняще прохладным: он почувствовал запах реки, а скоро увидел и её саму. Наконец-то дома!
— Урра! — крикнул он и радостно заквакал.
И тут из-под сапог ученого попрыгали врассыпную другие лягушки.
— Ничего себе! Да тут целая стая! Так что вы почувствовали?
— Я... не знаю, — честно признался лягушонок. — Просто ощутил что-то, наверное, то самое магнитное поле, и все как-то само получилось.
— Что ж, ничего страшного, — успокоил его биолог. — Рано или поздно мы узнаем этот секрет, если вы нам поможете. Согласны?
— Теперь отпустите меня, и мы, может быть, обсудим условия сотрудничества. Но сначала расскажите про себя. И про нас, лягушек.

Человек, который изучает лягушек

Владимир Шахпаронов — специалист по ориентации бесхвостых амфибий. В начале научной карьеры он написал работу об ориентации зеленой жабы по запаху пруда. Через пять лет ученый представил статью «Сезонная и географическая изменчивость ориентационного поведения озерной лягушки (*Rana ridibunda*) при поиске своего водоема». Последующие работы ученого также связаны с земноводными, озерными и травяными лягушками, изучением у них магниторецепции.
— Почему лягушки стали центральными персонажами большинства ваших работ?
— Во-первых, озерные и травяные лягушки — одни из самых распространенных в нашей стране. В основном они обитают вдоль рек и в различных водоемах от Астрахани до Ленинградской области. Во-вторых, во время учебы в МГУ я очень хотел заниматься земноводными. Они были для меня необычными и относительно непонятными животными — и не птицы, и не млекопитающие. И вот я искал, на ком

можно экспериментировать. На выбор были как раз травяная лягушка, серая жаба и озерная лягушка.
— Однако сначала вы выбрали жаб?
— Да, тогда героинями моего диплома должны были стать серые жабы. Я изучал хоминг у этих животных — как они ищут дорогу домой после того, как их унесли из привычной среды обитания. Такая способность встречается почти у всех существ, а самый распространенный пример — голуби. Однако амфибии и земноводные интересны тем, что помимо хищников и голода им угрожает высыхание. Если оставить лягушку без воды где-то на земле или асфальте, она просто погибнет. Поэтому для нее степень опасности путешествия в несколько сотен метров вполне сопоставима с птичьим перелетом в тысячу километров.
— Почему так?
— Мы привыкли к тому, что 100—200 метров — это вообще ерунда. Однако если прийти в поле или в лес с густой травой и лечь на живот, то вы сразу почувствуете, что это не так уж близко. Вы не видите свою цель. Все загорожено, трава вам мешает. Каждая кочка что-то скрывает. Чуть-чуть повернулись — и ничего не видно. К тому же все вокруг таит для вас

опасность. Каждая ворона, кошка, лиса, ежик могут вас съесть. Солнце вас изжаривает и высушивает. Иными словами, вы словно по-пластунски ползете по минному полю, а вас стараются подстрелить. И вот эти сотни метров уже становятся какой-то далекой целью в таких условиях. Поэтому лягушкам и жабам и требуются очень эффективные механизмы навигации.

— А как их можно изучать?
— Мы с моим руководителем Сергеем Викторовичем Огурцовым отслеживали маршруты земноводных при помощи «тропления по нити». Здесь использовалось устройство, которое впервые предложила Рут Бредер в 1927 году. У нас оно напоминало миниатюрный «рюкзачок». Мы сделали его из половинки киндер-сюрприза. Туда вставлялась шпулька-катушка с нитками длиной 60—70 метров. На лягушке эта конструкция крепилась при помощи легкого пояса, который не вредил нежной коже. Как это работало: нитка разматывается и тянется за животным. Так можно увидеть, по какому пути оно шло, и составить карту его маршрута. Помните легенду о Тесее и Минотавре? В ней Ариадна дала герою клубок, чтобы он выбрался из лабиринта, — это оно.



Рецепция без рецептора

Основная проблема изучения магниторецепции состоит в том, что точный рецептор еще неизвестен. Есть только вероятные кандидаты или косвенные сведения.

Восприятие при помощи биогенного магнетита

Ученые нашли вещество магнетит (Fe_3O_4 , частички самой магнитной железной руды) у лососевых рыб, амфибий, рептилий, птиц и некоторых млекопитающих. Раз у всех них есть в организме магнетики, то логично предположить, что у них существуют и рецепторы, которые воспринимают движение магнетита как стрелки компаса и передают эти данные нервной системе. Логично, но ни одна такая структура достоверно еще не известна. Существование магниторецепторного надклювного органа у птиц опровергнуто, а теории о том, что животным и птицам помогают в ориентации симбиотические магнетотаксисные (ориентирующиеся по магнитному полю) бактерии, кажутся слишком неправдоподобными.

Участие тройничного нерва

Есть многочисленные наблюдения групп исследователей о том, что восприятие некоторых характеристик магнитного поля у рыб и птиц нарушается, когда у них перерезают или подвергают анестезии ветви тройничного нерва, который проходит через глазницу. Есть предположение, что он отвечает за проведение этой информации.

Электромагнитная индукция

Это возникновение электрического тока в проводнике при изменении магнитного поля, например, при движении сквозь него. Некоторые рыбы, такие как акулы и скаты, имеют очень чувствительные электрорецепторы — ампулы Лоренцини. Это длинные каналы, которые заполнены гелеобразной массой. С одной стороны они открываются на поверхности тела, а с другой оснащены чувствительными рецепторами. Такие каналы выполняют роль изолированных проводников электрического тока. При движении через магнитное поле Земли в канале ампулы будет возникать ток, который могут воспринять чувствительные клетки. Похожий способ восприятия у голубей может происходить при помощи полукружных каналов внутреннего уха. Предположительно, ток при этом возникает в контуре полукружного канала и воспринимается клетками его макулы. Эти клетки эволюционно связаны с боковой линией, как и ампулы Лоренцини.

Органы зрения

Магниторецепция птиц и тритонов светозависима. Они правильно ориентируются при коротковолновом свете (голубом), но теряются при длинноволновом (красном). Позвоночные обладают боковыми глазами, но кроме этого некоторые имеют pineальный и/или парие-тальный глаз — они расположены сверху и иногда называются теменными глазами. Когда pineальный и парие-тальный глаз тритонов закрывали светофильтром, который пропускал только длинноволновую часть спектра, это приводило к нарушению ориентации. У птиц (показано на голубях и зарянках) сетчатка глаза по-разному отвечает на световые стимулы в зависимости от направления магнитного поля. Причём область сетчатки, которая вовлечена в этот процесс, содержит особые двойные колбочки. Исследование на эту тему провели в Институте эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова РАН под руководством Любови Александровны Астраховой и Никиты Севириновича Чернецова.

Белки-криптохромы

Криптохромы содержатся в сетчатке глаза многих животных. Под действием света эти молекулы преобразуются в радикалы, которые образуют пары из донора и акцептора. Спины свободных электронов в этой паре могут быть разнонаправлены (синглетное состояние) или сонаправлены (триплетное состояние). Синглет-триплетный переход — это равновесная реакция, на которую влияет магнитное поле. Если оно направлено в одну сторону — больше одних продуктов, если его повернуть на 90 градусов — то других. Так как криптохромы находятся в сетчатке, можно предположить, что это влияет на световосприятие. Следовательно, животное как бы видит более затемненные или более светлые участки в поле зрения в зависимости от того, как оно повернет голову в магнитном поле Земли. Если эта теория верна, то это пример рецепции на основе квантовых механизмов. В целом, такая гипотеза хорошо согласуется с данными об инклинационном светозависимом компасе некоторых животных.

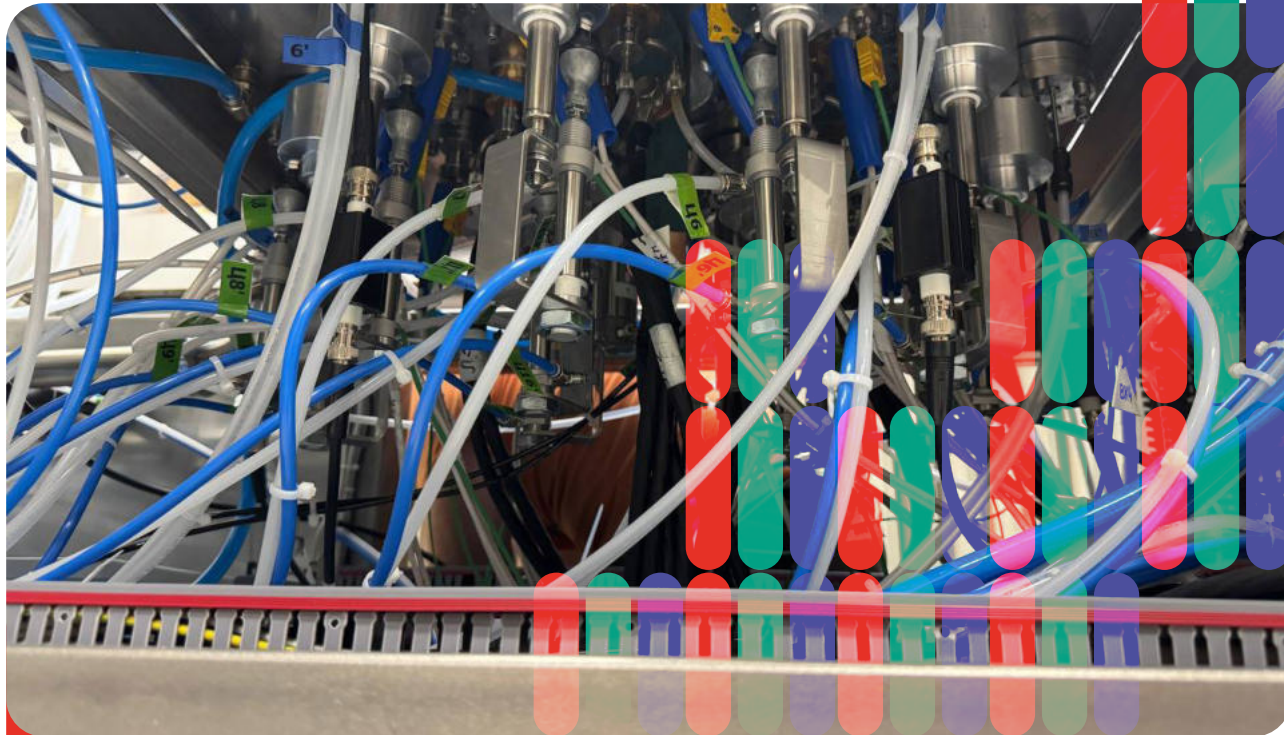


КАК ДЕЛАЮТСЯ ЭКРАНЫ ДЛЯ СМАРТФОНОВ

И ПОЛЬЗА ДЛЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

На базе лаборатории новых материалов для солнечной энергетики заработало направление создания высокоэффективных и полностью российских OLED (органических светодиодов, которые используются во всех современных экранах, в том числе, скорее всего, и вашего смартфона). О том, почему это важно, какие материалы заменят кремний в космосе и о чём мечтают первокурсники, рассказал «КШ» заведующий лабораторией, учёный секретарь Факультета наук о материалах МГУ имени М. В. Ломоносова Алексей Тарасов.





Что такое OLED-технологии? Где там прогресс и передний край?

OLED сейчас используются повсюду: в смартфонах, умных часах, самых дорогих ноутбуках и телевизорах. Все постепенно переходят на OLED-технологии. Она подразумевает прямое преобразование электричества в свет. Предшествующая LCD-технология включает изначально белую подсветку и набор фильтров, которые преобразуют белый в другие цвета, жидкокристаллическую шторку, которая открывает или закрывает пиксель. OLED же сразу делает нужный цвет, каждый пиксель излучает в искомом цвете. Это самая передовая в мире технология визуализации информации в дисплеях.

Самая известная компания в этой области и мировой лидер — «Самсунг». Кроме того, в мире очень много коллективов, которые работают вокруг этой технологии, её совершенствуя. OLED-тонкоплёночная структура состоит из 10—15 слоёв, как правило, у каждого из них своё назначение. Каждый слой нужно формировать из особого материала, в нём должны быть правильно расположены пиксели, всё это подключено к электрической цепи, у всего этого может быть разная архитектура. Немало лабораторий в мире работают в этой области. Есть лаборатории, которые синтезируют новые материалы, есть опытные лаборатории, которые отрабатывают техпроцессы под конкретные материалы, конкретную архитектуру.

В России тоже много лабораторий, которые делают

новые химикаты для OLED, изучают физику процесса, собирают устройства на лабораторном уровне. Но чтобы применить наработки всех этих замечательных российских лабораторий, требуются опытные установки промышленного уровня. Они должны быть максимально близкими по своим техническим возможностям к реальным промышленным установкам. В частности необходим сверхглубокий вакуум: нужно положить подложку, откачать газ, создать вакуум и потом слой за слоем напылить 15 материалов, ни разу не разрывая его. Это сложная и дорогая техника. Такой техники в России до последнего времени в научных лабораториях не было. Да и в мировых научных лабораториях такая техника — редкость. В России есть производитель микродисплеев OLED — компания «Циклон». Размер микродисплеев может быть около сантиметра, а разрешение — как у монитора телевизора, они применяются, например, в VR-очках. Таких заводов во всём мире немного — всего 5. «Циклон» много занимается инновациями, взаимодействует с наукой и тестирует у себя некоторые лабораторные решения. Но для испытаний нового материала или технологии на промышленном оборудовании необходимо каждый раз останавливать производство. А лабораторных возможностей протестировать то, что предлагают учёные, до сих пор не было. Теперь — есть. Благодаря тому, что наша лаборатория вместе с «Циклоном» сделала проект, поддержанный грантом РНФ для опытно-конструкторских разрабо-

ток. В этом проекте мы подписались сделать полностью российский OLED-дисплей. В нём управляющую тонкоплёночную матрицу делает Российский центр гибкой электроники в Троицке, это уникальное предприятие для российского научно-технического мира, хай-тек высшего класса. Институт синтетических полимерных материалов имени Н. С. Ениколопова РАН взялся разработать органические материалы, которые нужны для создания этой структуры. А мы взяли на себя интегрирующую роль. Мы сделали лабораторную установку, на которой можем полностью имитировать заводской процесс. И она уже работает — у нас здесь, в МГУ.

В России впервые возникла возможность заниматься OLED не только на уровне научных исследований и лабораторных решений, но и постоянно тестировать новые решения для промышленности. Мы можем взять любой материал (даже в маленьком количестве, которое нельзя поместить в большую заводскую установку), понять, хорош он или плох в сравнении с другими образцами, и как надо изменить параметры его нанесения, чтобы он стал хорош.

Вы создали фабрику инноваций?

Я шучу, что мы создали маленький «Самсунг». На самом деле у мирового лидера много таких установок. В России не было ни одной, и теперь есть. Мы недавно проводили конференцию, и я говорил всем коллегам: «Если вы занимаетесь чем-то вокруг OLED-дисплеев, пожалуйста, приходите, мы найдём формат сотрудничества, мы ваши материалы протестируем. А если что-то будет хорошо работать, то подскажем, куда потом с этим материалом идти в промышленность». Промышленности нужны отечественные материалы, новые идеи по архитектуре дисплеев, масса вещей нужна.

Вы делаете «полностью российский» OLED. Как понимать это утверждение — как то, что произойдёт импортозамещение того, что уже есть на мировом рынке? Или это ещё будет шаг вперёд на переднем крае мирового развития?

Нам в России ещё очень далеко до уровня передовой науки в области OLED. «Самсунг» 30 лет разрабатывает новые материалы, тратит феноменальные бюджеты, сотни учёных там работают.



Но в некоторых областях мы, например, в области микродисплеев, Россия — один из мировых лидеров благодаря «Циклону». Наша работа позволит нам влиять на позиции России как минимум в этой нише, улучшая их. Мы очень на это рассчитываем, и ради этого всё и затевалось.

Вот, скажем, я вам показывал пример нового продукта — умная кнопка: если на неё нажать, она меняет пиктограмму на ней нарисованную. Его будущая ценность — это вопрос рынка. Но для России это принципиально новая вещь.

В целом мы не сможем взять и сходу обогнать их. Но у нас появилась возможность в чём-то их обогнать. Мы поддерживаем топовые инновационные продукты, полностью российские.

А что происходит с материалами для солнечной энергетики, которым вы занимались и которые дали название вашей лаборатории?

Ещё бодрее развиваются, чем развивались. Мы не переориентировались, не снизили обороты. Больше половины лаборатории занимается этой тематикой. Но поскольку наши солнечные элементы — это тонкоплёночные устройства, то мы в какой-то момент поняли, что, накопив компетенций в тонкоплёночных солнечных элементах, мы можем быть полезны для других тонкоплёночных устройств.

Солнечный элемент поглощает свет и выдаёт ток. А если наоборот, дать на него ток? Станет светодиодом, но не очень эффективным. А если сделать его правильным образом, то это будет хорошо светоизлучающий OLED. Поэтому лаборатория просто расширяет спектр конкретных применений своих компетенций.

Мы их накопили, занимаясь солнечной энергетикой, и применяем в других областях, где можем быть полезными.

А если конкретно о таких солнечных элементах, как перовскиты, — есть там перспективы? Мы все ждали от них революции в отрасли.

Да, есть. Сейчас мы делаем два очень больших проекта в этой области. Основной тренд в мире перовскитов — это их применение в космосе. Во-первых, потому что это сверхтонкоплёночные солнечные элементы, самые тонкие из известных, и у них, значит, максимальная энергия на единицу веса. То есть это очень перспективно там, где важно дать больше энергии на меньший вес. Во-вторых, у них есть ещё одно уникальное свойство, все о нём знали, но в контексте космоса о нём думать начали интенсивно в последние годы. У них очень высокая стабильность по отношению к радиационным воздействиям. В космосе солнечные элементы любого типа деградируют быстрее, чем на Земле. А перовскиты к космической радиации очень толерантны.

Спрос есть, потребность в космических солнечных элементах огромная, потому что везде нужны спутники — низкоорбитальный интернет, навигация, дистанционное зондирование Земли, погода, телеком. Я для космоса придумал остроумное определение — «безальтернативная энергетика». На орбите нечем заменить солнечную энергетiku. В наших совместных с Институтом ядерной физики МГУ исследованиях влияния космической радиации на разные устройства мы сильно продвинулись в тестировании солнечных элементов для космоса. И в принципе это общеми-



ровая тенденция — перовскиты нашли свою нишу. Они не любят воду и кислород. На Земле продолжают поиски способов компенсации этой проблемы. А в космосе воды и кислорода как раз мало. Но зато в космосе много радиации. Перовскитам на радиацию плевать. Поэтому это направление сейчас в мире одно из самых горячих.

Расскажите, как вы сами прошли путь от фундаментальной науки к практической, важной для применения теме? Это ваше личное или это примета эпохи?

Я боюсь, что я никогда не был чистым учёным. У меня есть сотрудники, коллеги, друзья, которых один факт, что, скажем, в каком-то растворе пик свечения материала сместился на 16 нм, а не на 6, приводит в полный экстаз. Но мне всегда было интересно именно high-tech, именно высокие технологии, то есть и наука, и практика, сочетание обеих этих вещей. Мне всегда хотелось заниматься чем-то практичным. Но при этом и сложным, не серную кислоту выпустить — это тоже важно, но не моё. Мне лично всегда хотелось заниматься такой практикой, которую пока никто не делал. Поэтому я выбрал факультет наук о материалах.

Мы на факультете много занимаемся фундаментальными вещами, но я люблю термин «ориентированное исследование». Это настоящая наука, но ориентированная на практический результат. Мне хочется в этот мир что-то новое принести, такое, что в руках можно поддержать. И вот это, наверное, определяет мой интерес.

А первокурсники, которые к вам приходят, они тоже мечтают сделать что-то новое для пользы людям?

Я преподаю на первом курсе «Введение в специальность». Материалы же нас окружают повсюду — от кабинета стоматолога до космического корабля. И мы с ребятами и девчонками много разговариваем о том, зачем нужна наша специальность. Общий мотив — они хотят сделать что-то новое на благо человечества. У нас же студенты с первого курса все распределяются по научным лабораториям, начинают свою практическую работу. Я этим распределением занимаюсь последние лет, для ребят — это историческая веха. Как Распределяющая шляпа в Хогвартсе... Всё, о чём нам говорят, раннее вовлечение в специальность, практико-ориентированное образование, то, чего все хотят и чего нет почти нигде, у нас с основания факультета 35 лет работает как часы.

У меня сохранилась записка 1991 года, в которой основатель факультета наук о материалах МГУ академик Юрий Третьяков рассказывает о своём замысле. Всё, что он сказал тогда, сбылось, реализовано до последней буквы. Студент на первом курсе попадает в научную лабораторию, включается в реальную научную работу, приходя по несколько раз в неделю. К концу бакалавриата он оказывается с сильным дипломом, который проработан в течение нескольких лет. Потом идёт магистратура, аспирантура. И у меня у некоторых молодых аспирантов по 10 лет стажа в лаборатории, то есть квалификация, какой не только в стране, но и в мире не бывает в их возрасте.

То, в каких именно материалах они хотят что-то новое открыть, очень разнится. Но их мотивация в целом — про нечто созидательное. И это самое классное и в нашем факультете, и в моей работе. Мы занимаемся созидательной деятельностью.





Северо-Енисейский район. Вид с обрыва на реку Чиримбу.

Золотая воронка

Что нового о **Земле** и о **людях** узнал журналист «Кота Шрёдингера», побывав **в геологической партии**



■ ГРИГОРИЙ ТАРАСЕВИЧ
■ ГРИГОРИЙ ТАРАСЕВИЧ И ТАТЬЯНА ТЕЛЕШЕВА

У меня под ногами сорок тонн золота. Этого хватит, чтобы снабдить обручальными кольцами десять миллионов молодожёнов. Но трепета не чувствуешь — ни от близости сокровища, ни от величия матримониальной затеи. Достаточно несколько суток прожить в лагере геологов, чтобы понять: золото — это не что-то драгоценно-сакральное. Золото — это труд и люди.

Кто здесь хозяин?

Уже много лет мне не даёт покоя карта Российской Федерации. Слева всё понятно. Там Москва, Петербург и россыпь других городов. А справа огромное коричнево-зелёное пятно. Сколько ни крути Яндекс-карту, будет лишь эта пустота размером с Францию, Германию, Италию и ещё десяток стран вместе взятых. Нечто непонятное и пустынное, как Луна или Марс. Но только в пределах страны, гражданином которой я являюсь. Нет, умом я понимал, что там тайга, а севернее — тундра. Произрастают растения такие-то, обитают животные такие-то, залегают породы такие-то. Но страницы учебника

Марокское золотое месторождение, Красноярский край. На снимке видна слоистость сланцев, сквозь которую проходит кварцевая жила с золотом.

не дают ощущения присутствия. Я должен был побывать там физически! Судьба пошла мне навстречу. «Росгеология» организовала пресс-тур в Красноярский край: журналистов пригласили к геологам — на поиски золота. И вот уже нас инструктирует Сергей Бего-

ватов, первый замдиректора АО «Красноярскгеолсъемка» (дочернее предприятие «Росгеологии»): — Выходить за территорию лагеря — например, чтоб красивые виды сфотографировать, — запрещено. Наверно, это суровое слово «запрещено» звучит потому, что речь идёт о золоте: драгоценный металл, стратегическое сырьё, охрана, коммерческая тайна и всё такое... — А кто запретил? — продолжает свою мысль Беговатов. — Хозяин запретил! А кто хозяин? Кто же может быть хозяином, наделённым властью запрещать: «Росгеология»? Министерство природных ресурсов? МВД? ФСБ? — Хозяин здесь медведь! Это его земля. Тема медвежьей угрозы будет сопровождать нас повсюду. Даже в инструкции по технике безопасности большая часть пунктов посвящена поведению при встрече с этим зверем. Так и написано: «Медведь требует уважения». И никакой охраны и секретности. Это тайга. Огромное пространство, где человек лишь посетитель, зашедший ненадолго по своим мелким делам.

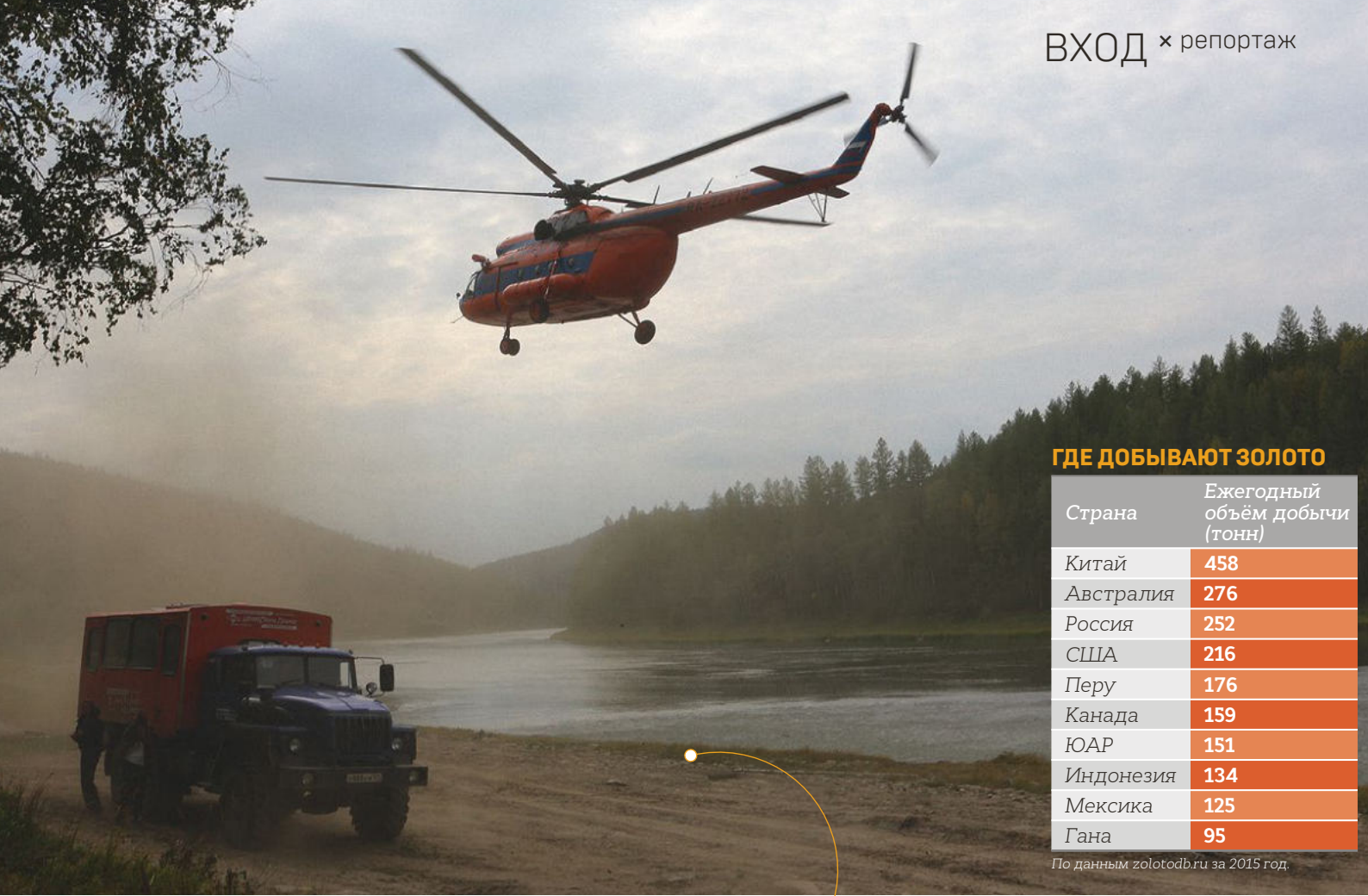
От Большого взрыва до мешка с сапогами

Всё начинается во дворе «Красноярскгеолсъемки». Нас ждёт вахтовка — тяжёлый грузовик «Урал», на который установлен пассажирский салон, напоминающий автобусный. В машину загружают коробки с продуктами для геологов и мешок с резиновыми сапогами для нас, журналистов...

Промывка шлиха. На дне лотка блещат арсенопирит и «золотые знаки» — крупницы золота.



Свежие следы медведя. Живём мы зверя так и не встретили.



ГДЕ ДОБЫВАЮТ ЗОЛОТО

Страна	Ежегодный объём добычи (тонн)
Китай	458
Австралия	276
Россия	252
США	216
Перу	176
Канада	159
ЮАР	151
Индонезия	134
Мексика	125
Гана	95

По данным zolotodb.ru за 2015 год.

Геолог Алексей Скарговский: «Порой приходишь с тяжёлого маршрута и просто умираешь. А потом вдруг ощущаешь: классно-то как!»

Нет, на самом деле всё началось чуть раньше — миллиардов десять лет назад. Ну, может, не десять, а семь — никто ведь не задокументировал. Не было ещё никакой планеты Земля, не ездила по ней вахтовка с мешком резиновых сапог. А были только звёзды. В их недрах из лёгких элементов типа водорода и гелия образовывались более тяжёлые: углерод, кремний, сера и так вплоть до железа и никеля. Дальше термоядерная реакция не шла. Звёзды старели. Те, что помельче, тихо умирали. А более крупные — минимум раз в пять больше Солнца — заканчивали свою жизнь взрывом сверхновых. Эти чудовищные катаклизмы порождали тяжёлые химические элементы. В иных ядрах 79 протонов слипались с 79 нейтронами — так во Вселенной появлялось золото. Впрочем, сейчас учёные склоняются к мысли, что даже такая мощная штука, как взрыв сверхновой, не могла привести к синтезу ядра золота. Для этого требовалось ещё более экзотическое событие — взрыв нейтронной звезды. Теперь история посвежее. Четыре с половиной миллиарда лет назад из невнятной кучи атомов и молекул начала складываться Солнечная система. Лёгкие вещества обрели в центре большой ком. Он набрал критическую массу и загорелся нашим жёлтым карликом. А то, что потяжелее, собралось на орбите и сформировало Землю и прочие каменные планеты. Тут тоже есть альтернативная версия — она гласит, что золото в земную кору занесли астероиды... Но пора двигаться дальше. На планете появился человек и стал извлекать из земли

металлы. Золото используется так же давно, как железо и бронза, а может быть, и дольше. Но как материал для оружия и инструментов оно слишком мягкое. Поэтому в истории человечества есть бронзовый и железный века, а век золотой так и остался символом чего-то несбыточного — драгоценного и роскошного.

На протяжении тридцати последних столетий золото было главным героем человеческой истории. Ради обладания им развязывали войны и переплывали океаны. А теперь высылают вахтовку с мешком сапог.

Английский полковник в полосатых носках

Мы едем на север от Красноярска. Пока за окном обычный пейзаж, мало отличающийся от подмосковного. Равнина, берёзки, посёлки, дачники копаются у себя на огородах... На пароме пересекаем Енисей. Я погружаюсь в сон. Просыпаюсь оттого, что свалился со скамейки. Нормальная дорога закончилась. Глядя на пассажиров вахтовки, можно подумать, что они исполняют какой-то ритуальный танец, синхронно подпрыгивая и дёргая плечами. А за окном уже не равнина, а предгорье. Видны выходы коренных пород. Их слои смяты — кажется, будто неведомый великан комкал и швырял здесь в ярости каменные салфетки. Вот эти-то слоистость и смятость, скорее всего, и обеспечили появление золота. Смесь воды, газов и прочих ве-

ществ, разогретая в недрах до 350–450 °С, пробивалась из магмы к поверхности. Она несла золото и другие вещества. Ближе к поверхности вода остывала и оставляла на своём пути золотые включения. Накапливаться им было удобнее в складках породы вроде тех, что мелькают за окном вахтовки. — Это Енисейский кряж. Здесь сходятся Сибирская платформа и Западно-Сибирская плита. За счёт складчатости породы начали формироваться месторождения золота вроде того, которое мы сейчас изучаем, — объясняет мне начальник партии Владимир Москалёв. Словосочетание «начальник партии» не имеет отношения к политике — речь идёт о геологической партии. Точно так же слова «я до сих пор помню каждое обнажение» полностью лишены эротических коннотаций. Это про выходы коренных пород. А фраза «вот с Олимпиады золото повезли» никак не связана со спортом. Имеется в виду расположенное неподалёку месторождение «Олимпиадинское». Любая профессия создаёт собственный язык. Можно составить целый русско-геологический словарь: «выкидушка», «кернарез», «опоисковали»... Мы ехали часов восемнадцать. И почти всё время я размышлял, как описать Владимира Москалёва. Мне почему-то кажется, что именно так выглядел эталонный английский полковник XIX века. Благородный нос с горбинкой, гордо поднятый подбородок. Лёгкая отстранённость во взгляде. Сочетание аристократической интеллигентности с полевым опытом, в котором было всё: холод, голод, столкновения с медведями. Он отдаёт команды со

Главный вид транспорта здесь вахтовка. Вертолёт используется в редких случаях — слишком дорого. Нам повезло: обратно мы не ехали, а летели.

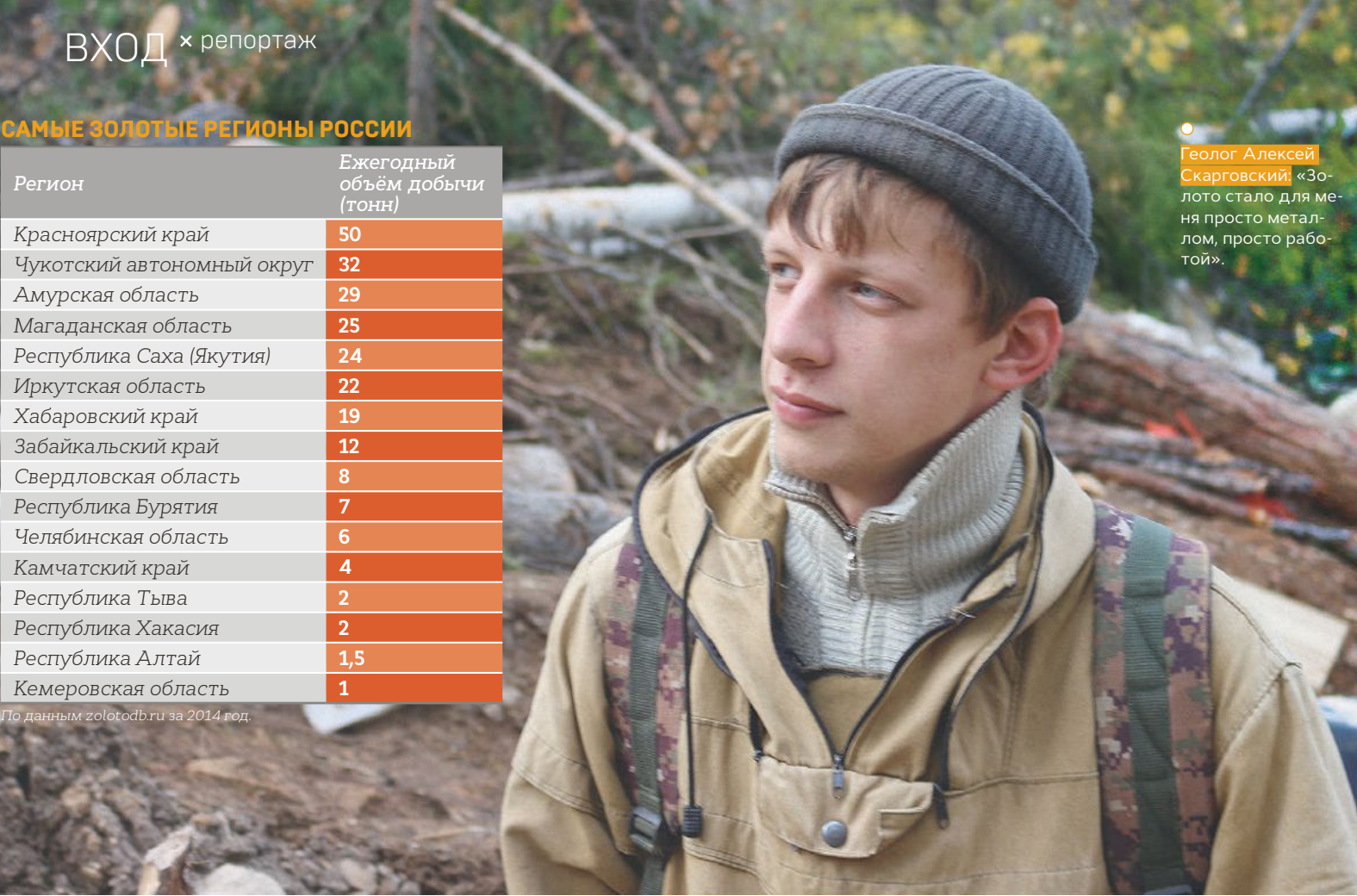
спокойной уверенностью, даже не допуская мысли, что они могут быть не выполнены... Я комплексую перед Москалёвым. Он ищет золото. Он похож на английского полковника. Он приносит пользу стране. А я? Дополнительно смущают мои носки в бело-голубую полоску. Мне кажется, что у покорителей тайги они

должны быть непременно чёрными. Вдруг замечаю, что у начальника партии из-под брюк цвета хаки выглядывают точно такие же, бело-голубые носки. Становится легче. — Скажите, это вы открыли месторождение золота? Вас можно назвать первооткрывателем? — Первооткрывателем? Ну, наверное, можно. Меня и ещё несколько человек. — И что вам это даст? — Просто почётно. В советское время за открытие месторождения премию давали, тысячу рублей. Сейчас не знаю. — Вообще почему вы стали геологом? — Наверное, это заслуга отца: мы с ним часто ходили в лес, охотились, собирали ягоды. Отец мой был кузнецом на заводе. Я часто приходил к нему в цех. А там шум, гам, люди. Мне это не нравилось. Вот и захотел стать геологом. Правда, тогда ещё толком не знал, что это за работа. Сейчас я понимаю, что это очень интеллектуальная профессия. К тому же хочется приносить пользу государству и людям. Ну и лес. Я люблю его... Конечно, есть и тяготы, и холод, и зной, дожди. Но привыкаешь. Вот семье тяжело. Но жена знала, за кого выходила.

САМЫЕ ЗОЛОТЫЕ РЕГИОНЫ РОССИИ

Регион	Ежегодный объём добычи (тонн)
Красноярский край	50
Чукотский автономный округ	32
Амурская область	29
Магаданская область	25
Республика Саха (Якутия)	24
Иркутская область	22
Хабаровский край	19
Забайкальский край	12
Свердловская область	8
Республика Бурятия	7
Челябинская область	6
Камчатский край	4
Республика Тыва	2
Республика Хакасия	2
Республика Алтай	1,5
Кемеровская область	1

По данным zolotodbr.ru за 2014 год.



Геолог Алексей Скарговский: «Золото стало для меня просто металлом, просто работой».



Геолог Анастасия Шипунова: «Здесь отдыхаешь от информации, становишься спокойным».



Лаборатория Елены Захаровой: Брёвна, доски, полиэтилен и реактивы.

Геолог Дарья Ерёмкина: Под ногами у неё сланцы (это порода, не обувь). В них есть кварцевые жилы с золотом.



—Если верить Джеку Лондону, поиски золота — это очень азартно, почти мания. У вас была золотая лихорадка?
—Когда видишь живое золото, чистое, а не с примесями, как в вашем обручальном кольце... Наверное, лихорадка была. Но не в том смысле, чтобы себе забрать, а чтобы гордость за профессию испытать. Владимир Москалёв улыбается. В уголке его рта замечаю коронку. Золотую.

Не совсем мрамор, не совсем золото

Дорога становится всё хуже. Спать невозможно в принципе. Под конец это уже не дорога, а просека в тайге. Но наша вахтовка проходит и здесь, слава российскому «Уралу». Последний этап — река Чиримба, которую машина пересекает по дну. Едешь, а за окном ничего, кроме воды... И вот мы в лагере геологов. Гудит генератор, обеспечивая свет. Видны избы, навесы, сарайчики и много палаток. В одной из них мы будем ночевать. Таких сейчас в магазинах не найти: старый, выцветший до белизны брезент наверняка помнит золотой век советской геологии. Поставлена палатка основательно: нижняя часть укреплена брёвнами, в углу печка-буржуйка. Залезаю в толстый и тяжёлый спальник. Это вам не синтепон, а нечто натуральное, наверное верблюжья шерсть. Засыпаю. Точно не помню, но, кажется, мне снились огромные золотые самородки. Под утро просыпаюсь от холода. Заботливые геологи оставили нам дрова и мазут для розжига. Затапливаю буржуйку. Становится

так жарко, что я выскакиваю наружу. Оказывается, уже 7:30, лагерь просыпается. Девушки-геологи делают зарядку.
—Физкульт-привет! Выше ногу, шире шаг,— кричит им рабочий, закуривая возле своей палатки.
—Спасибо, Слава,— отвечают девушки.
Продолжаю военную метафору. Если начальник партии вызывает ассоциации с полковником, то в самой геологической партии можно найти рода войск и чины. Собственно геологи — это аристократы, офицеры. У них университетское образование. Они решают, что делать, где копать, где бурить, куда ударить молотком. Погон на плечах нет, вместо них полевая лупа на шее. Роль юнкеров выполняют студенты. Сюда приезжают из многих городов: Красноярска, Томска, Ростова-на-Дону. Обычно они делают чёрную работу, но в будущем тоже станут лейтенантами и майорами. Ещё есть буровики — особый род войск вроде сапёров. Они держатся особняком, даже бытовки свои разместили километрах в пятинадцати от лагеря. Наконец, наиболее многочисленная группа — рядовые пехоты, то есть рабочие. Один из них сейчас сидит на грудке ящиков и с задумчивой доброжелательностью смотрит на солнце, встающее над тайгой:
—Тихонов Алексей Николаевич. Здесь я пятый месяц. Работаю дробильщиком и кернарезом. Сам из села Агинское. Каждый раз возвращаюсь и решаю для себя: «Всё! Больше не поеду». Но тянет, ох как тянет в тайгу! Особенно весной. Чаше всего в рабочие идут рукастые сельские мужики.

Их заработок не намного меньше, чем у геолога с высшим образованием, тем более что значительную его часть составляют «полевые», которые выплачиваются всем одинаково — 1000 рублей в день. Алексей Николаевич отправляется завтракать. А я вылавливаю начальника партии Москалёва. Мы стоим возле поддонов, наполненных кернами, — это такие цилиндры из горной породы, поднятые буровой установкой. Все они распилены пополам (через час пила с алмазной насадкой начнёт работать, и тайга наполнится её истощным воем). Одну половину измельчают в дробилке и отправляют на анализы. Вторая остаётся здесь. На гладком спиле хорошо видна структура породы.
—Это мрамор? — интересуюсь я у Москалёва.
—Не совсем. Известняк. Для мрамора он недостаточно метаморфизован. Начальник партии выбирает керн в поддоне, словно арбузы на рынке:
—Вот этот хороший.
—Почему?
—Видите белые прожилки? Это кварц. На нашем месторождении он может свидетельствовать о наличии золота. Держите. Смотрю на кусок породы и вдруг обнаруживаю в нём золотистое включение сантиметров пять длиной. Рука вздрагивает. Вот оно!

—Золото?! — восклицаю я и передаю керн Москалёву. Он почти рефлекторно прикладывает лупу, висящую на шее, и начинает разглядывать.
—Это арсенопирит. Сульфид такой. Он, как и пирит, часто соседствует с золотом. Их даже путают, но золото чуть другого оттенка... Пойдёмте завтракать!

Принцип воронки

Итак, я завтракаю на планете Земля, кора которой на одну стомиллионную состоит из золота. Живу я на участке суши, который именуется Российской Федерацией. В последние годы моя страна рванула вперёд в плане добычи этого металла. Сейчас она то ли третья, то ли вторая, уступая всерьёз только Китаю и конкурируя с Австралией. Красноярский край уже много лет занимает первое место в стране по объёмам добычи, раза в два опережая легендарную Магаданскую область. Залежи там, может, и богаче, но добывать золото менее выгодно из-за ещё более сурового климата и высоких транспортных расходов. Теперь непосредственно о Марокском месторождении, которое обнаружил Владимир Москалёв с коллегами. Никакого отношения к африканской стране оно не имеет, а своим названием обязано речушке Мароко, которую можно перейти вброд за полминуты (я это проделывал раз двадцать, когда гулял по окрестностям лагеря геологов). Она впадает в реку Чиримбу, которая гораздо шире — под сотню метров. Что золото в этих краях есть, люди знали давно. Старатели появились здесь ещё в середине XIX века. Известно,



Рабочие дробят керна для дальнейшего анализа.



Геологическая палатка. Вид изнутри.



Розовато-белая прожилка — это кварц, значит, золото может быть где-то рядом.



что в 1914 году тут работал прииск «Благонядёжный». Но счёт добыче шёл на килограммы. Сейчас речь идёт о десятках тонн.

Поиск золота напоминает воронку. Сначала совсем широко, потом всё более и более узко. Начинается с теоретических изысканий — где может быть много драгоценного металла? За долгие века наука накопила немало данных на сей счёт (хотя споры о том, с какими горными породами и процессами связаны месторождения, ведутся до сих пор).

Настоящие поиски сокровища начинаются как в романе Стивенса — с карты. Только карта эта геологическая. Нормальным считается масштаб 1:200 000 (два километра в одном сантиметре). Если место кажется интересным, делают съёмку 1:100 000, 1:50 000, а порой и ещё подробнее.

Дальше — поисковые работы: общие, детальные, поисково-оценочные. Воронка сужается. Если потенциальное месторождение обнаружено, начинается разведка. Она тоже проводится с разной степенью доскональности: предварительная, детальная и так далее. Камера наезжает — кадр укрупняется.

Сейчас местность рядом с Марокой покрыта сетью траншей. Бульдозер снимает грунт, из обнажившихся коренных пород чуть ли не каждый метр берут образцы. Детально их описывают — каждый. «В интервале 91,5–91,8 м сланцы брекчированные, на плоскостях и сколах в сланцах плёнки от рыжевато-белого до сине-чёрного цвета, сланцы плитчатые с непонятными элементами залегания» — чи-

Студенты. Пока они выполняют в основном физическую работу: долбят, таскают, пилят.

Лотки с кернами. Чтобы описать месторождение нужно взять тысячи образцов.

таю я в полевом дневнике, который для геолога такой же обязательный инструмент, как молоток, лупа и горный компас.

Одновременно с траншеями сужается сеть буровых скважин. Бурят обычно до 200–250 метров в глубину. Дальше не имеет смысла, ведь золото здесь добывают только открытым способом.

Мы сидим в штабной избушке. Владимир Москалёв склонился над картой. Сходство с английским полковником усиливается: командир разъясняет план грядущей битвы (опять эти милитаристские аналогии).

— Рудное тело вытянуто с севера на юг, — показывает он продолговатые красные линии на карте. — Первоначальная оценка была сто тонн. Потом стали изучать тщательнее. В итоге вышло скромнее, в районе сорока тонн. Это тоже неплохо. Поехали, сейчас всё сами увидите.

И вот мы снова в вахтовке, которая продолжает удивлять чудесами проходимости. Москалёв садится рядом с водителем, зажав между ног ружьё.

— А вдруг глухаря встретим?!

Но когда мы действительно замечаем самку глухаря — копалуху, Владимир смотрит на неё и убирает ружьё:

— Пусть себе бегает.

Приезжаем на участок, где грунт уже снят и пробы взяты. На поверхности видны коренные породы, рыжеватые из-за окислившегося железа. По траншее важно ходит геолог Даша, демонстративно постукивая молотком по породе.

— Прислушайтесь: сланцы звучат глухо, а кварц как будто звенит. А вообще, конечно, в нашей работе есть доля везения, доля фарты.

Москалёв показывает нам участок, утыканный деревянными колышками с номерами:

— Вот тут две кварцевые жилы сходятся. Здесь мы нашли самую большую золотинку, два с половиной сантиметра. Она внутри породы была, но мы взяли кислоту — минералы растворились, а золото осталось. Кстати, вон из тех кустов на меня как-то медведица с медвежатами вышла. Я поверху стрельнул, чтоб не задеть. Она и ушла, — Москалёв снисходительно улыбается и снова указывает молотком куда-то вниз: — А вот видите, арсенопирит блестит? Содержание золота тут 21 грамм на тонну. В среднем же на месторождении 5–10 грамм.

Смотрю под ноги и прикидываю: чтобы извлечь весь драгоценный металл, придётся переработать сотни тысяч тонн породы, пригнать циклопическую технику вроде грузовиков «БелАЗ» с колёсами выше человеческого роста. Правда, когда это произойдёт, до конца не ясно. Может, через несколько лет, а может, никогда. Но это уже вопрос не к геологам. Они свою работу практически закончили и могут праздновать победу. Кстати о праздновании...

За тех, кто в поле!

— Это правда, что в отряде сухой закон? — интересуюсь я у Москалёва.

— Да, для рабочих сухой закон.

— Как же вы его поддерживаете?

— Очень просто. Им негде взять алкоголь. Вот как до ближайшего магазина добираться? Никак.

— А у геологов тоже сухой закон?

— У геологов нет.

Я замолкаю в предвкушении вечера. Один из самых устойчивых мифов о геологах гласит, что эти люди пьют много. Очень много. Очень-очень много.

Наступает вечер. Мы сидим в избе, построенной геологами. Здесь живут Даша и Настя, здесь же работают с картами и полевыми дневниками.

Сегодня тройной праздник. Во-первых, приехали журналисты, то есть мы. Не хочу переоценивать значимость нашего визита, но пресса в этих местах, кажется, впервые. Во-вторых, завтра конец сезона. Позади пять месяцев упорной работы. Ну и наконец, сегодня день рождения пресс-секретаря «Красноярскгеолсъёмки» Татьяны. Если бы проводился конкурс на лучшего пресс-секретаря, я бы не задумываясь отдал ей свой голос. Каким-то мистическим образом Татьяне удаётся быть своей и среди журналистов, и среди геологов.

В общем, тринадцатый человек, тайга и тройной праздник. Внимание, вопрос: сколько бутылок водки было выпито? Большинство моих знакомых были непреклонны: тринадцать, двадцать шесть или тридцать девять.

А теперь правильный ответ: одна. Одна! Начальник отряда Антон с ювелирной точностью трижды разлил имевшиеся поллитра по тринадцати стаканам (примерно двенадцать грамм за один приём).

Рабочий возле своей палатки.

Начальник отряда Антон Приходько (отряд — это часть геологической партии).



● **Геолог Александр Левен:** «В детстве я любил собирать камни. Но геологом становиться не собирался. В профессию попал случайно — не хватило баллов на другой факультет».



● **Главные инструменты геолога.**



— Третий тост положено пить за тех, кто в поле. То есть за нас!

Собравшиеся торжественно чокаются двенадцатью граммами. На этом «пьянка» заканчивается. Завтра ещё работать. Отправляюсь к себе в палатку.

Женская профессия

Снова над Чиримбой рассвет. Местные красоты бесполезно описывать. Фотография тоже не передаёт этот почти наркотический кайф. Лучше я про людей. Кроме начальника партии в лагере сейчас пять геологов. Вот неторопливо шагает начальник отряда Антон. Ему двадцать семь, в партии Москалёва почти все молодые. Бородатый, с виду суровый, с ножом на поясе — эдакий немногословный мачо. Не до конца понимаю, как ему удастся руководить десятками рабочих, многие из которых годятся ему в отцы, а то и в деды. Но мужики его власть признают. Выходит из избы и куда-то направляется геолог 2-й категории Александр, он же Саша, он же Шурик. Он кажется тихим и нерешительным. Теперь девушки. Да, геология становится всё более женской профессией. Вряд ли условия жизни и работы стали легче — дело в другом. В 90-е годы геология пострадала сильнее других наук. Исследования не финансировались, конкурс на геологические факультеты упал ниже

одного человека на место, романтический образ остался в прошлом. А может, это общее разрушение культурных стереотипов. Так или иначе геология перестала быть чисто мужской профессией точно так же, как экономика — чисто женской.

Вот возится с образцами Даша. Все три дня, что я был в лагере, она отпускала шутки со скоростью одна острота в минуту. При этом тоже хочет казаться суровой — всё время таскает с собой ружьё. Она окончила университет три года назад: — После школы подавала в разные вузы. Вообще юристом хотела быть и на экономиста пробовала. Понесла документы в Сибирский федеральный университет. Подошла женщина и стала агитировать поступать к ним. Я даже толком не поняла куда. Так и стала геологом. Думала, буду учиться с мальчиками. А когда вывесили лист зачисленных, оказалось, что там 22 девочки. И всё. — И как девушке среди геологов? — Да хорошо! Мальчики тебе и воду принесут, и дрова наколют. — А физически? — Тяжёлая работа. Иногда поясница просто отваливается, колени хрустят. Да нормально всё! — И как же ты живёшь без связи, эсэмэсок, фейсбука, новостей? — Я рада, что здесь нет связи. Я не знаю, сколько стоит бензин, что на Украине, что с долларом. Здесь если что-

то случится, ты должен помочь и тебе должны помочь. Конечно, в цивилизации жить лучше, но это условия работы. Стараемся адаптироваться. Вот недавно на ноутбуке начала «Игру престолов» смотреть. — Тебе не кажется это страшно однообразным — траншея с одними и теми же породами, которую надо методично описывать метр за метром? — Нет здесь никакого однообразия! Сланцы — они разные. В избу, где мы беседуем, заходит вторая девушка, Настя. В её облике есть что-то очень уютное, домашнее. В геологию она тоже попала случайно: — Институт был совсем рядом, через дорогу. Очень не хотелось стоять в долгих красноярских пробках. Документы подавала наобум и даже представить не могла, что эта специальность станет для меня делом жизни. Но сидеть в офисе — точно не моё. Друзья были в шоке, оттого что я надеваю какие-то страшные сапоги и уезжаю жить в тряпичной палатке. С родителями обмениваюсь письмами и посылками. Письма важнее. Как-то я очень обиделась на маму, когда она прислала мне конфет и прочих вкусняшек, а письма не было... Вообще, это трепетный момент: когда студенту приходит письмо, он уходит на берег, чтобы побыть в одиночестве. Все это понимают и его не трогают. Самая старшая из женщин — Елена Николаевна. На берегу Чиримбы она показывает нам, как промывать образцы раздробленной породы, чтобы оценить количество золота: — Я это каждый день делаю, в любую погоду. Однажды подморозило, и река льдом покрылась. Но промывать всё равно надо. Я ногой льдину оттолкнула и стою, промываю... Ведро с желтовато-серым порошком ставится в реку так, чтобы вода покрывала его. — Берём палку. Аккуратно мешаем в ведре. По реке, словно дым, расплзается мутное пятно из мелких частиц. — Теперь пересыпаем... Главный инструмент золотоискателя — деревянный промывочный лоток — не изменился за многие столетия. Елена Николаевна совершает почти мистические пассы руками. Здесь тоже работает принцип воронки. Сначала вода уносит каменную пыль. Потом в реку уходит основная часть минералов типа кварца и кальцита — лёгкая фракция. Среди остатков песка блестит арсенопирит, чернеют оксиды железа, и вот они, чешуйки золота. — А вы не боитесь, что золото при промывке уплывёт? Жалко будет. — Не боюсь. Годы тренировки, знаете ли...

«Геолог должен быть универсальным...»

Снова вахтовка. Мы едем на выкидушку — место, где работают отдельно от основной части отряда. Над тайгой высится буровая установка. Рядом очередная траншея. Ещё один геолог — Алексей стоит, оперев ногу на кусок известняка. В его руке молоток, на шее лупа. Если бы кто-то взялся снимать фильм о современных геологах, Алексея бы вряд ли взяли — слишком романтичный образ, слишком одухотворённое лицо. Напоминает ссыльного декабриста. — В старших классах мне очень нравилась география. Хо-

телось, чтобы будущая работа была связана с картами. А геология — я и слово это до конца не понимал. Но вот... Поступил. Алексей бьёт молотком по породе. Раздаётся глухой звон. — Тяжело ли потом адаптироваться к городской жизни? — Если провести в поле больше трёх месяцев, то в большом городе начинаешь подтормаживать. Не понимаешь, откуда столько движения. Алексей сосредоточенно рассматривает образец. — Геолог должен быть универсальным. И собственно геологом, и начальником, и психологом. — И когда он становится психологом? — Ну, например, когда у рабочих случаются проблемы и они приходят к тебе душу излить. — Когда вы в первый раз увидели золото? — Дело было на практике. Мы шли по траншее с начальником партии. И тут кто-то к нему подходит с образцом и спрашивает: «Это золото или нет?» Оказалось, что золото — довольно крупное включение, миллиметра четыре в поперечнике. — И какое было ощущение? — Восторг, возбуждение. — А сейчас оно какие чувства вызывает? — Моя золотая лихорадка продолжалась всего пару дней. А потом золото стало просто металлом, работой. Нашёл, задокументировал — и всё. — И всё? — Ну, наверное, когда в ювелирный магазин захожу, то вижу, насколько там золото от природного отличается. Вот, например, ваше обручальное кольцо — оно рыжеватое. А природное золото ярко-жёлтое. Я его ни с чем не спутаю: ни с пиритом, ни с арсенопиритом. У него особый блеск, ни на что не похож. Тем временем бурильщики завершают работу. Извлекают керн — всё тот же известняк, похожий на мрамор. — Рифей, — поясняет Алексей, разглядывая поверхность керна через лупу. В одном слове целая история. Примерно миллиард лет назад, в рифее, здесь плескалось море. Никаких рыб, только примитивные существа вроде водорослей, губок и одноклеточных. Никакого Сибирского федерального округа — лишь суперконтинент Родиния и гигантский океан Мировия... Мы садимся в вахтовку. Ужин. Сон в палатке. А утром над тайгой появится оранжевый вертолёт, который увезёт нас обратно в Красноярск. Из окна я буду смотреть на то самое зелёное пятно, которое не давало мне покоя... Вот и всё. От гигантской поездки у меня останется лишь кусок керна, подаренный Москалёвым. На фоне светло-серого известняка блестит что-то желтоватое. Наверное, арсенопирит. Но может, есть в нём и чешуйки золота. Определить не могу. Увы, я не геолог. 🐾



“ Всем рекомендую фильм «Территория» 2014 года посмотреть или книгу Олега Куваева прочитать. Там тоже про геологов и золото, но более экзистенциально.

НЕЙРО ЭКСПЕРИМЕНТЫ ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА

Подписываю последние бумаги. На верхнюю часть тела прикрепляют датчики и электроды. По позвоночнику крадётся чувство нервного перевозбуждения. Любопытство заставляет невольно улыбнуться. Нажимаю на клавиши-стрелки, и игровой аватар прыгает по платформам. Вместе со мной испытание проходит другой пользователь. Но я тут же понимаю, что напарник — искусственный интеллект!

✍ Сергей Дукин ^

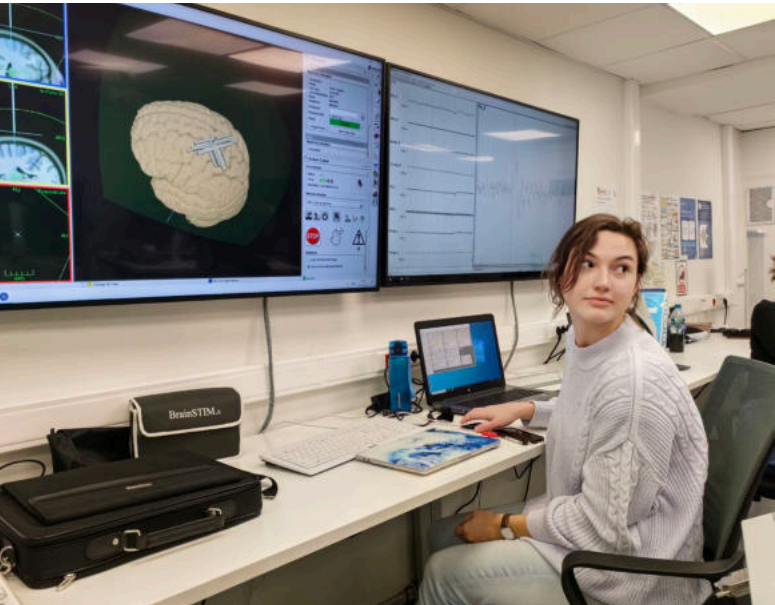
Восстание машин

Звучит как завязка отличного научно-фантастического триллера. Однако всё это происходит в нашей реальности: в стенах лабораторий Института когнитивных нейронаук НИУ ВШЭ. Именно туда я отправился, когда редакция предложила мне очередную авантюру: поучаствовать в нейроэкспериментах и написать об этом. Я по натуре своей геймер, так что приятно было увидеть что-то связанное с играми в списке первых доступных для записи опытов. Мы с ИИ проходим видеоигру, основная цель которой — не свалиться с платформ и собрать 1000 монеток. Игра начинает меня бесить: я-то пролетаю мимо платформ всё реже, а напарник — всё чаще. Поначалу я реагирую на это спокойно, но с течением времени (особенно когда проходимый уровень никак не изменяется вот уже полчаса) чужие ошибки пробуждают яростное пламя. Становится горячо изнутри. Показания датчика сердцебиения на соседнем мониторе зашкаливают. Когда рука на клавишах начинает дрожать, концен-

трация застилается краснеющей зрительной пеленой, а со лба катится пот... Я узнаю, что результат эксперимента достигнут! Дальнейшую суть мне разъяснила аспирантка Ксения Якимчук: «В нашем исследовании мы использовали компьютерную игру в качестве стимульного материала для вызова гнева и рассматривали, как в таких условиях действуют стратегии подавления и переоценки эмоций. В качестве психофизиологических методов использовались ЭМГ (электромиография), КГР (кожно-гальваническая реакция), ФПГ (фотоплетизмография), ЭКГ (электрокардиография) и регистрация дыхания. Датчики ЭМГ крепились на две мышцы — на ту, которая участвует в сморщивании брови (corrugator), и на ту, которая сокращается при улыбке (zygomaticus). Corrugator был нужен, чтобы понять, когда участник хмурится и предположительно злится, а zygomaticus выступал в качестве контроля. КГР записывалась с кончиков пальцев руки. Она отражает изменения электропроводимости кожи за счёт



активации потовых желез в ответ на какие-либо воздействия. ФПГ регистрировалась также с пальца руки, с помощью данного метода мы получали информацию о кровотоке. Это возможно благодаря тому, что в сосудах изменяется объём крови, а соответственно и количество эритроцитов (красных кровяных клеток), за счёт чего меняется оптическая плотность ткани, и именно эту физическую характеристику регистрирует фотоплетизмограф. ЭКГ — это довольно широко известный способ записи электрической активности сердца с помощью электродов, располагаемых на теле пациента. С помощью данного метода в дополнение к ФПГ исследовался сердечный ритм.



Регистрация дыхания проводилась посредством датчика, располагаемого в носу. Запись происходила за счёт регистрации изменения температуры проходящего воздуха (на вдохе он имеет примерно такую же температуру, как и окружающая среда, на выдохе он нагрет до температуры тела). Данные методы позволяют получить не только поведенческие данные (то, как респондент сам оценивал свои эмоции), но и увидеть, как реагирует тело:

психофизиологические методы тоже могут помочь в определении эмоций». Вот я даже на стадии финальной читки мало что понимаю из приведённой цитаты. Цель скорее была просто посмотреть, как тело реагирует на эмоции, какие стратегии человек применяет для минимизации получаемого негатива/стресса. Это, в целом, следует из названия «Влияние ИИ на эмоции от прохождения видеоигры». Самому удалось найти лишь такие данные о практической пользе этих исследований для обывателя. Исследование В. Л. Йенч «Влияние регуляции эмоций на сердечно-сосудистую, нейроэндокринную и психологическую реакцию на стресс» показало, что переоценка ситуации («взгляд с другой стороны») лучше разгоняет восстановление сердечно-сосудистой системы после стресса, тогда как подавление негативных эмоций, наоборот, увеличивает уровень кортизола («гормона стресса»). Вдохновившись тем, что моё тело пригодились науке, и вытерев остатки электропроводящего геля, я отправился на поиски новых интересных опытов.

Переменный, постоянный? Магнитный!
Цель второго эксперимента мне пока не раскрыли — для его завершения нужно приходиться раз в два месяца в течение восьми. Там от меня мало что требуется — просто бьют током! Если же без шуток, применяется три вида стимуляции. Сначала по верхней части тела пропускают короткие электроимпульсы примерно раз в пять-десять секунд, которые усиливаются с каждым новым разрядом. Затем то же самое, только импульс стреляет в левую часть головы специальной машинкой (о ней мы ещё поговорим в финале). Третья стимуляция была

всего один раз (хотя остальные продолжались раз пять-шесть за все полтора часа моего там пребывания) — но она самая болезненная. Сквозь тело пускают постоянный импульс, и он постепенно нагревается, вызывая лёгкий дискомфорт под правой ключицей, где ток проникает под кожу. Когда я уже было собирался упрекнуть авторов эксперимента в садизме, нейрофизиолог Екатерина Помелова меня успокоила, немного разъяснив суть: «В отличие от животных, человека невозможно изучать «изнутри» — никто не позволит вставить электроды в спинной мозг или моторную кору. Поэтому на помощь приходят неинвазивные методы стимуляции, которые позволяют исследовать нервную систему, не нарушая целостности организма. Например, чтобы понять, как мозг управляет движением, учёные используют транскраниальную магнитную стимуляцию (ТМС). С её помощью можно вызвать моторно-вызванные потенциалы (МЕР) — небольшие электрические сигналы, возникающие в мышцах после стимуляции первичной моторной коры. А чтобы понять, что происходит на уровне спинного мозга, исследователи изучают Н-рефлекс — аналог коленного рефлекса, только в лабораторных условиях. Состояние периферической нервной системы можно оценить, анализируя М- и F-волны, которые показывают, как электрический импульс проходит по нерву к мышце и обратно». Короче, это способ «настроить» спинной мозг — сделать его более восприимчивым к сигналам головного или, наоборот, приглушить избыточную активность. Услышав моё недовольство подкожным дискомфортом, Екатерина попросила дополнительно отметить в статье: «метод абсолютно безопасен, безболезнен (ну, может, чуть-чуть) и может применяться даже у пациентов с тяжёлыми поражениями ЦНС». Конечно, когда лежишь под этими аппаратами, трудно не вспомнить, что ещё каких-то 50—60 лет назад подобные технологии казались фантастикой. Сегодня же они становятся инструментом исследования и терапии. Способом не только изучать, но и лечить то, что раньше скрывалось за непроницаемой завесой черепа. Применение ТМС в медицине способно вернуть способность к движению миллионам людей. Но подробнее об этой штуке мне рассказали авторы следующего эксперимента, которые заинтриговали меня, внезапно... киберпанком!

Кибер-конечности: почему бы и нет?
Финальный, на данный момент, — третий эксперимент. Три недели «под лупой» (вообще-то четыре, поскольку

ку в первый раз я уснул во время калибровки аппаратуры)... Для меня это оказался самый интересный опыт, поскольку отлично отвечал моей любви к жанру киберпанк и трансгуманистическим воззрениям. Плюс авторы опыта наконец смогли объяснить, что происходит и зачем.



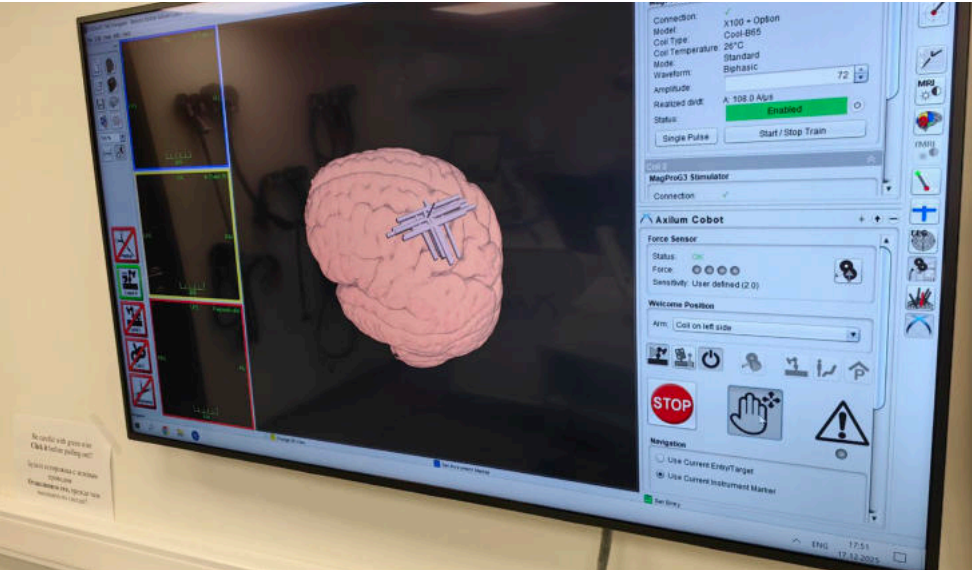
Представьте: вы сидите в лаборатории, а учёный с помощью странного прибора, похожего на батарейку с петелькой, заставляет вашу руку двигаться. Но вы при этом совершенно расслаблены и неподвижны. Этот прибор — аппарат для уже знакомой транскраниальной магнитной стимуляции. «Транс» означает «через», «краниум» — «череп». Устройство создаёт мощное магнитное поле, которое на долю секунды проникает через кость и «разговаривает» с нейронами мозга, не причиняя боли — это мы уже знаем. Чтобы увидеть «ответ» мозга, уже знакомым нам методом ЭМГ регистрируются микроскопические сокращения. Чтобы мышца дернулась, человеку не нужно ничего делать. Достаточно нажатия кнопки исследователем. Так учёные проверяют, насколько

хорошо работает «проводка» между мозгом и телом — кортикоспинальный тракт (о боже, сколько терминов). Этот путь, как кабель, тянется от моторной коры мозга через спинной мозг к мышцам, передавая команды: «подними руку», «сделай шаг» и т.п. Куда именно направлять стимуляцию, науке известно благодаря карте гомункула Пенфилда, созданной нейрохирургом Уайлдером (ни за что не угадаете фамилию) Пенфилдом. На ней видно, какой участок мозга за какую часть тела отвечает. Каждый импульс ТМС — это «вопрос», а мышечное подёргивание — «ответ». Если сигнал слабый или запаздывает, значит, в системе есть сбой. Главная фишка в чём: когда человек просто сидит, ТМС вызывает мышечный отклик силой в 100 условных единиц. Но если в этот момент участник просто представляет,

следующий шаг: японские и итальянские группы, используя ТМС, обнаружили, что моторное воображение — простое представление движения — тоже увеличивает возбудимость кортикоспинального тракта. Исследование Л. Фадиги конца 1990-х с незамысловатым названием «Кортикоспинальная возбудимость специфически модулируется двигательным воображением: исследование магнитной стимуляции» впервые доказало это количественно: у добровольцев мышечные ответы после стимуляции становились ощутимо сильнее, если они мысленно «двигали» пальцами. Моторная система — наш внутренний «автопилот», отвечающий за движение, точность и равновесие. Её отлаженная работа была вопросом выживания предков. Этим знанием интуитивно давно пользуются спортсмены: тяжелоатлеты, которые мысленно про-

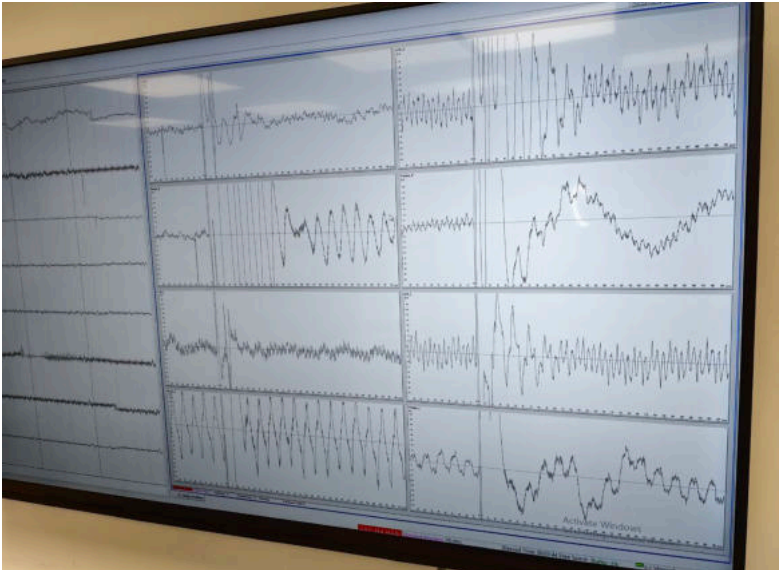
Перевознюк — инициатор исследования — просил отметить, чтобы не напугать читателя: «Ощущается как лёгкий щелчок по голове, без боли». Участник смотрит на экран с инструкциями: когда напрячь мышцу, а когда — лишь вообразить движение. Эксперимент может длиться часами, требуя полной сосредоточенности (а мне как СДВГ-шнику было сложновато так просидеть четыре часа). «Я сам когда-то был участником, — вспоминает Перевознюк, — и был поражён, когда мои мышцы начинали сокращаться сами по себе. Это завораживающее ощущение — будто тело живёт своей жизнью». Учёные следят за графиками на мониторе, выискивая резкий всплеск — моторный ответ. «Чем выше волна — тем сильнее отклик мозга». Данные обрабатываются с помощью специальных программ на Python

На этих открытиях учёные уже создают интерфейсы «мозг — компьютер». Для этого применяется специальная шапочка с электродами (ЭЭГ), которая считывает активность всего мозга, а нейросеть преобразует сигналы мысленного движения в команды, что позволяет силой мысли печатать текст или управлять роботизированной рукой. Мой собеседник добавляет: «Если мы научимся максимально точно классифицировать эти сигналы, человек сможет общаться и управлять техникой, не двигаясь вовсе».



что двигает рукой, сила отклика взлетает до 140—150 единиц — в полтора раза! В этом и заключается главный отличительный момент эксперимента от предыдущих. Эту тему нейрофизиологи заметили ещё в конце XX века. Например, исследования Л. Фадиги, одного из пионеров в изучении зеркальных нейронов, показали: когда человек даже просто наблюдает движение, его моторная кора активируется так, будто он сам собирается его выполнить. Вскоре учёные сделали

работывают перед зеркалом подъём штанги, показывают лучшие результаты. По опыту общения: то же могу сказать и про боксёров, которые «отрабатывают» боковые удары, сидя за рулём в пробке. Вернёмся от теории к реальности: в лаборатории стоит большое кресло, а рядом — КОБОТ («левая часть головы, специальная машинка...»), робот-манипулятор, который с миллиметровой точностью удерживает катушку ТМС над нужной точкой на голове участника. Точность трекинга — до наномиллиметров! Условия участия строгие: накануне — хороший сон, никакого кофе, алкоголя или сигарет. Даже бокал вина может исказить реакцию мозга. После наклеивания электродов начинается стимуляция. В тишине раздаётся лёгкий хлопок срабатывающей катушки. Учёный Глеб



и MATLAB (которые, кстати, ребята пишут сами). Но вернёмся к громкому заголовку этого раздела: изучение моторного воображения — это ключ к возвращению способности двигаться людям, перенёсшим инсульт: комбинация ТМС и моторного воображения помогает мозгу «вспомнить», как управлять телом. «Даже если человек не может поднять руку, он может представить это движение, и мозг начнёт восстанавливать утраченные связи», — отмечает Глеб. Недавний метаанализ китайских авторов В. Чжана, В. Ли, С. Лю и проч. подтвердил: на основании информации из «14 статей, включающих данные 886 пациентов» применение неинвазивного метода визуализации движений «значительно улучшило двигательную функцию верхних конечностей».

Спектакль окончен

Надеюсь, так или иначе заинтересовал вас всеми этими научными штуками, а кого-то, может, замотивировал поучаствовать в качестве испытуемого. Помимо прочего, недавно ребята пригласили меня на эксперимент, в котором предлагается совместными усилиями множества испытуемых создать систему обучения автопилотируемого транспорта, которая позволит ему принимать решения в морально сложных ситуациях. Там предлагают решать «дилемму вагонетки», то есть в разных ситуациях выбирать: врезаться машине с пассажирами в препятствие или в пешеходов. В общем, они регулярно исследуют что-то новенькое. Всего доброго! А я, пожалуй, снова побегу-лягу под датчики.

Анти, Ангелы и инопланет

Александр Семёнов сумел объединить в своей жизни науку, приключения и искусство: он морской биолог, известный на весь мир фотохудожник-подводник, начальник научной водолазной службы Беломорской биологической станции МГУ и просветитель, без устали рассказывающий взрослым и детям о жизни в океане. О некоторых подводных чудесах он поведал на встрече с посетителями «Москвариума».



Я — морской биолог. Обычные люди ныряют в надежде увидеть ската-манту или акулу-молота — им интересно посмотреть то, что им показывали в документальных фильмах. Но какой может быть интерес к объекту, о котором вы не имеете представления?! А мне, как специалисту по зоологии беспозвоночных, обидно, потому что 95% биоразнообразия океана — это странные маленькие существа, которых никто особо не замечает, потому что зачастую даже не знает, куда смотреть.



Моя задача — менять представление людей о подводном мире, показывать, насколько он на самом деле богат, насколько он похож на космос. Поэтому я начал общаться с медузами, червями и прочими беспозвоночными. Поначалу многим эти существа представляются непривлекательными, почти что мерзкими. Студентам кажется: «Это я никогда в жизни трогать не буду». Но потом мы вместе с удовольствием наблюдаем и ловим эти организмы, копаем каких-то странных моллюсков, кормим из пипетки морских ангелов морскими чертями.



Да, я могу сфотографировать хоть самого морского чёрта — двухмиллиметровую улиточку, которая живёт в толще воды. Она очень своеобразно добывает пищу: выделяет мешочек слизи, на который налипают всякая органика, бактерии, морские грибы, планктон.



Морской ангел — это тоже не метафора, а реальное существо. Это маленький крылоногий моллюск, который живёт в толще воды и питается морскими червями. Но я семь лет не мог сфотографировать, как питаются морские ангелы! Это совершенно фантастические сцены, когда у него голова раскрывается пополам, откуда вылезают шесть огромных конусов — это ловчие щупальца. И он начинает бешено махать крыльями. Это всё происходит за доли секунды! Я однажды это увидел и всё мечтал снять такой кадр. Но никак не получалось. Гонялся, гонялся, гонялся... А потом мы придумали морских ангелов кормить. И мы начали нырять, ловить морских червей и отдавать их морскому ангелу из пипеток. За одно погружение мы снимали по семьдесят кадров охоты! BBC посмотрела на это, и мы сняли для фильма BBC «Планета Земля-3» сюжет о том, как охотятся морские ангелы.

Все эти подводные ребята такие инопланетные, космические и очень красивые. Кажется, что они из космоса, потому что люди, которые рисовали комиксы или снимали фильмы про космос ещё в прошлом веке, вдохновлялись природой. Придумать что-то совсем из ниоткуда не получается. Но природа, конечно же, круче, — потому что там ещё много того, что мы не видели. Многие из этих форм жизни вообще ни на что не похожи. Люди, которые ждут инопланетных пришельцев, должны посмотреть чуть ниже, в океан, — потому что эти животные скрывают разные секреты нашего дальнейшего гармоничного и успешного существования на планете Земля.





Например, губка, из которой совсем недавно выделили вещество, убивающее все бактерии, устойчивые к антибиотикам. Губка состоит из маленьких камер, в каждой из которых живут свои микроорганизмы. И губка — это такой гигантский микробиом, мегаполис для бактерий, вирусов, морских грибов, — кого в ней только нет! Жители губки воюют за ресурсы, все пытаются выселить соседей и заселить губку целиком. Такова стратегия всех живых организмов — занимать доступную экологическую нишу, использовать все доступные ресурсы. И в этой губке живут бактерии, которые умеют выделять вещество, убивающее всех соседей, — и бактерий, и грибов. Это вещество выделили и получили мощнейший новый антибиотик.



Когда мы видим кого-то странного и думаем, что инопланетные пришельцы выглядят вот так, нужно помнить, что для этих животных пришельцы — это мы, со своими фонарями, камерами и пузырями. А ведь эти ребята живут уже 300—400 миллионов лет под водой, особо не меняясь. И тут мы врываемся в этот мир, достаём их оттуда, исследуем, фотографируем... Поэтому пришельцы в океане — мы. Подводный мир так прекрасен и разнообразен, нам ещё нужно очень-очень много его изучать для того, чтобы в нём научиться что-то делать.



Как придумывают название новым видам животных? От балды, но есть несколько типичных способов. Часто животное называют по какому-то характерному признаку. Вот, например, *Coryphella nobilis*, Корифелла благородная. Потому что она... Есть ведь и просто Корифелла бородавчатая. Такая маленькая, мерзенькая, с пупырьками. А рядом ползёт красивая, с длинными рогами. Всегда аккуратненькая. Благородная! Некоторые называют в честь каких-то учёных или своих научных руководителей. Коллега с моей кафедры, на пару лет меня старше, который занимается моллюсками, открыл четырёх улиток, которых назвал в честь группы Metallica, — по улитке в честь каждого из участников.



Чтобы описать новый вид, его надо не просто сфотографировать, а собрать, передать в особую коллекцию, отсекуировать последовательность ДНК и померить по специальным генам, занести это всё в генбанк, написать статью, отправить эту статью на рецензию в журнал. И лишь когда статья опубликована, животное считается официально признанным. Я когда нахожу новые виды, стараюсь эту задачу кому-то другому отдать — это же полгода, а то и год работы.



Это приключение длиной в жизнь, и чем больше вы погружаетесь, тем больше вы знаете, и тем интереснее вам залезть ещё дальше, ещё глубже, перевернуть очередной камень и посмотреть, как там кто живёт. И всё это происходит, как правило, в местах совершенно фантастических. С кучей приключений, с борьбой с осьминогами, с погружениями под лёд, с северным сиянием над головой, когда вы выныриваете, с погружениями в кальдеры вулканов... Куда только мы не погружались!

Морских биологов часто представляют неправильно, — что они, мокрые, сидят за микроскопом. А в моём представлении морские биологи — супергерои, которые отправляются за неизвестным. Они умеют общаться со всеми животными, умеют заклинать медуз! Работа морского биолога — совершенно фантастическая, она мне дала невероятный кругозор и столько возможностей для путешествий! От Северного полюса до Антарктиды, от Большого Барьерного рифа до... Вот только ещё не доехал до Галапагос.

Тем, кто никогда не занимался дайвингом, очень советую обучиться на курсах и поехать куда-нибудь нырять, потому что это самый короткий путь в инопланетный мир. И этот путь, в общем-то, каждый себе может позволить. Мне очень нравится рассказывать про подводный мир, и я всегда немножечко агитирую людей становиться морскими биологами, особенно тех, кто помладше, — хотя на самом деле и тех, кто постарше, тоже. У меня полно знакомых, которые занялись морской биологией в зрелом возрасте.



Где интереснее всего погружаться? Если речь о России, то для многих тут Японское и Охотское моря недалеко. И если Японское море изучают японцы и учёные Владивостока, то Охотское — это дичь абсолютная, — там практически никто особо не снимал, никто ничего не изучал. Самое крутое место, где я нырял, — это Курилы. Ничего в жизни не лучше видел. Ещё, конечно, есть очень интересные места — Чукотка, Карское море, Новая Земля. На Новой Земле сверху тоже инопланетная поверхность, — скалы, мхи и болота. А когда ты погружаешься, рядом гигантские животные, вокруг джунгли из водорослей, всё цветное, всё в планктоне... А сверху камни, серые камни и серое море. И никто даже не представляет, какая там под водой дикая цветная жизнь.

ВЕРХУМ

Книга о том, что люди — нейроны,
а общество — мозг

Кто написал: Георгий Васильев, кандидат географических наук, бард, продюсер и много кто ещё. Он — один из создателей дуэта «Иваси», мультсериала «Фиксики», мюзикла «Норд-Ост», просветительской программы «Всенаука». Сейчас он выступил в новой роли — автор научно-популярной книги.

Кто издал: Corpus.



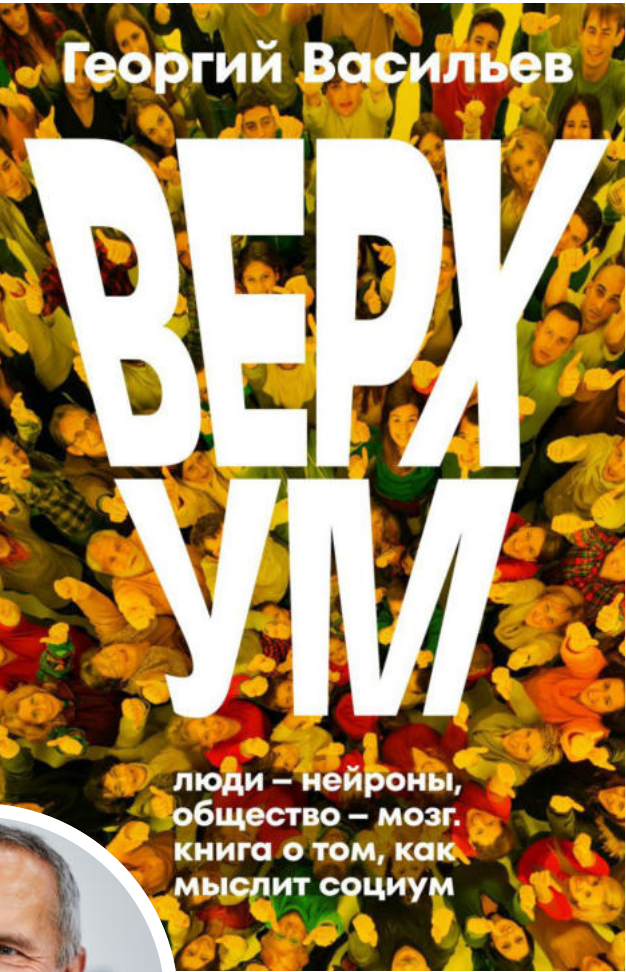
«Я за свою жизнь прочитал много-много-много научно-популярных книг. Эта — одна из лучших. Редко когда попадаете текст, который читается очень легко, но при этом плотно насыщен фактами и идеями. Центральная метафора книги: человеческое общество как мозг, в котором каждый человек подобен нейрону. Раскрывая эту идею, Васильев привлекает огромный багаж науки: психологии, экономики, социологии, географии, политологии, лингвистики, культурологии, информатики, нейрофизиологии, эволюционной биологии, когнитивистики. И делает он это с одной стороны очень весело и просто, а с другой — не нарушая академической корректности. Если бы было можно, я бы эту книгу рекомендовал вместо школьного учебника обществознания. И ещё. Общая интонация книги внушает веру в человечество. Да, вид Homo sapiens далеко не идеален. Но именно в миллиардах голов обитателей планеты Земля живет тот разум, который может сделать этот мир лучше».

Григорий Тарасевич,
научный журналист, школьный педагог

Фрагмент из первой главы

Народная мудрость гласит: одна голова хорошо, а две лучше. Если следовать этой логике, то три головы лучше, чем две, а четыре лучше трёх. Но так ли это? К примеру, Булат Окуджава считал, что умный «ценит одиночество превыше всего», а «дураки обожают собираться в стаи».

Здесь я не могу не вспомнить одну историю. Сто с лишним лет назад Фрэнсис Гальтон рассказал её в солидном научном журнале, и с тех пор она много раз пересказывалась в научно-популярной



литературе. В 1906 году на Плимутской ярмарке проводился занятный конкурс. Посетителям показывали быка и предлагали на глаз оценить, сколько он будет весить после того, как его забьют и освежат. Тех, кто даст самый точный прогноз, ждали призы. Желающих выиграть приз отыскалось аж 800 человек. И разумеется, среди них были не только специалисты-мясники, но и множество зевак. Гальтон, который оказался неподалёку, заинтересовался результатом. Нет, не тем, кто выиграл главный приз. Гальтон был статистиком и захотел узнать, насколько предсказание толпы



разошлось с реальным весом быка. Он с дотошностью учёного проанализировал все билетики с прогнозами и выяснил, что средняя оценка веса быка составила 1197 фунтов. А его фактический вес оказался 1198 фунтов. Точность предсказания — 99,9%!

Этот результат настолько потряс заслуженного учёного, что он написал научную статью с далеко идущими выводами. Гальтон предположил, что обыватели на ярмарке разбирались в разделке быков не лучше, чем избиратели в политиках и их программах. Но если усреднённая оценка веса быка неспециалистами оказалась столь точной, то почему же не верить избирателям на демократических выборах? Пусть каждый из них по отдельности не в состоянии оценить все сложности политики, но вместе они могут обеспечить вполне надёжный результат. То есть демократия, она же власть народа, не так уж и плоха. Вы, конечно, вправе поставить под сомнение выводы Гальтона. В самом деле, можно ли судить о мудрости толпы по единичному случаю?

Но вот вам результаты солидных исследований, выполненных по современным научным стандартам. Несколько американских университетов объединили усилия, чтобы проверить, действительно ли коллектив умнее отдельного человека¹. 700 испытуемых были разбиты на небольшие группы размером от двух до пяти человек. А потом каждой группе поручили выполнить несколько стандартных заданий, которыми обычно проверяют уровень интеллекта. Можно было ожидать, что результаты работы группы будут тем лучше, чем выше средний IQ её участников или чем умнее самый умный участник группы. Но нет. Факторный анализ показал, что основной вклад в результативность группы вносит совсем другой фактор, почти не связанный с уровнем интеллекта каждого из её членов. Учёные назвали его фактором коллективного разума. Причём уровень коллективного интеллекта каждой группы удалось оценить количественно. И чем он был выше, тем группа лучше

справлялась с решением самых разных задач.

От чего же зависит уровень коллективного интеллекта? В первую очередь от умения каждого участника группы понимать других людей. А ещё обнаружилось, что коллективный разум тем лучше работает, чем больше в команде женщин и меньше «начальников», которые тянут одеяло на себя. Видимо, женщины более общительны и склонны к компромиссу, что повышает умственные способности коллектива. А люди, жёстко навязывающие своё мнение, больше мешают, чем помогают. Коллективный интеллект повышается, если в группе есть люди с разным стилем мышления². Разумеется, если они на всё смотрят по-разному, им трудно договориться, но умеренное разнообразие мнений и навыков только на пользу коллективному разуму.

Мне было приятно получить такое веское подтверждение от науки, но вообще-то сам я ни минуты не сомневаюсь, что одна голова хорошо, а две лучше. Ещё в школе я начал играть на гитаре и сочинять песни. А поступив в университет, встретил там Алексея Иващенко, который тогда был младше меня на год, но в умении играть на гитаре и сочинять песни мне не уступал. Мы с Алексеем образовали дуэт. Каждый из нас умел делать то же, что и другой. Отчего же мы «собрались в стаю»? «Не от большого ума», — сказал бы Булат Окуджава, который всю жизнь сочинял и пел один.

Но сейчас я осознаю, что, став творческим дуэтом, мы вытянули счастливый билет. Тогда, в 1980—1990-х, жанр авторской песни переживал расцвет, и нас вынесло на гребень волны. Мы дали сотни концертов в разных странах мира. Наш коллективный разум сумел сотворить такие песни, которые и спустя несколько десятилетий продолжают волновать людей. Ни один из нас по отдельности не смог бы этого достичь. И уж тем более по отдельности мы бы не создали «Норд-Ост».

Естественно, для создания мюзикла «Норд-Ост» нас двоих было недостаточно. К нашему коллективному разуму присоединились художник-постановщик, художник по свету, композитор-аранжировщик, дирижёр оркестра, хореограф, режиссёр по пластике, художник по костюмам, технический директор, проектировщики декораций, звукорежиссёры, педагоги детской труппы и многие другие талантливые люди. Мы увлечённо творили, понимая, что создаём нечто небывалое. «Норд-Ост» стал первым русским мюзиклом, который был сделан по бродвейской технологии. Мы начали показывать его, как на Бродвее, — каждый день в одном и том же месте. И это вызывало недоверие критиков. Нам говорили, что в России такое невозможно. Это противоречит традиции русского театра. Наши актёры не смогут ежедневно повторять на сцене одно и то же. Мол, спектакль через несколько показов начнёт разваливаться. Однако вышло с точностью до наоборот.

Через несколько десятков ежедневных показов мы обнаружили, что спектакль не только не разваливается, но улучшается прямо на глазах. Это происходило потому, что в работу нашего коллективного разума включились ещё десятки творческих людей. Актёры оттачивали пластику и вокал, делали своих героев более живыми. Музыканты оркестра играли всё слаженнее и выразительнее. Осветители, реквизиторы, костюмеры использовали каждую мелочь, чтобы сделать спектакль более зрелищным. Даже дети, которые

Речь идёт о террористическом акте в Театральном центре на Дубровке, который произошёл в октябре 2002 года. Тогда чеченские террористы захватили в заложники сотни зрителей и сотрудников театра. 130 заложников погибли.

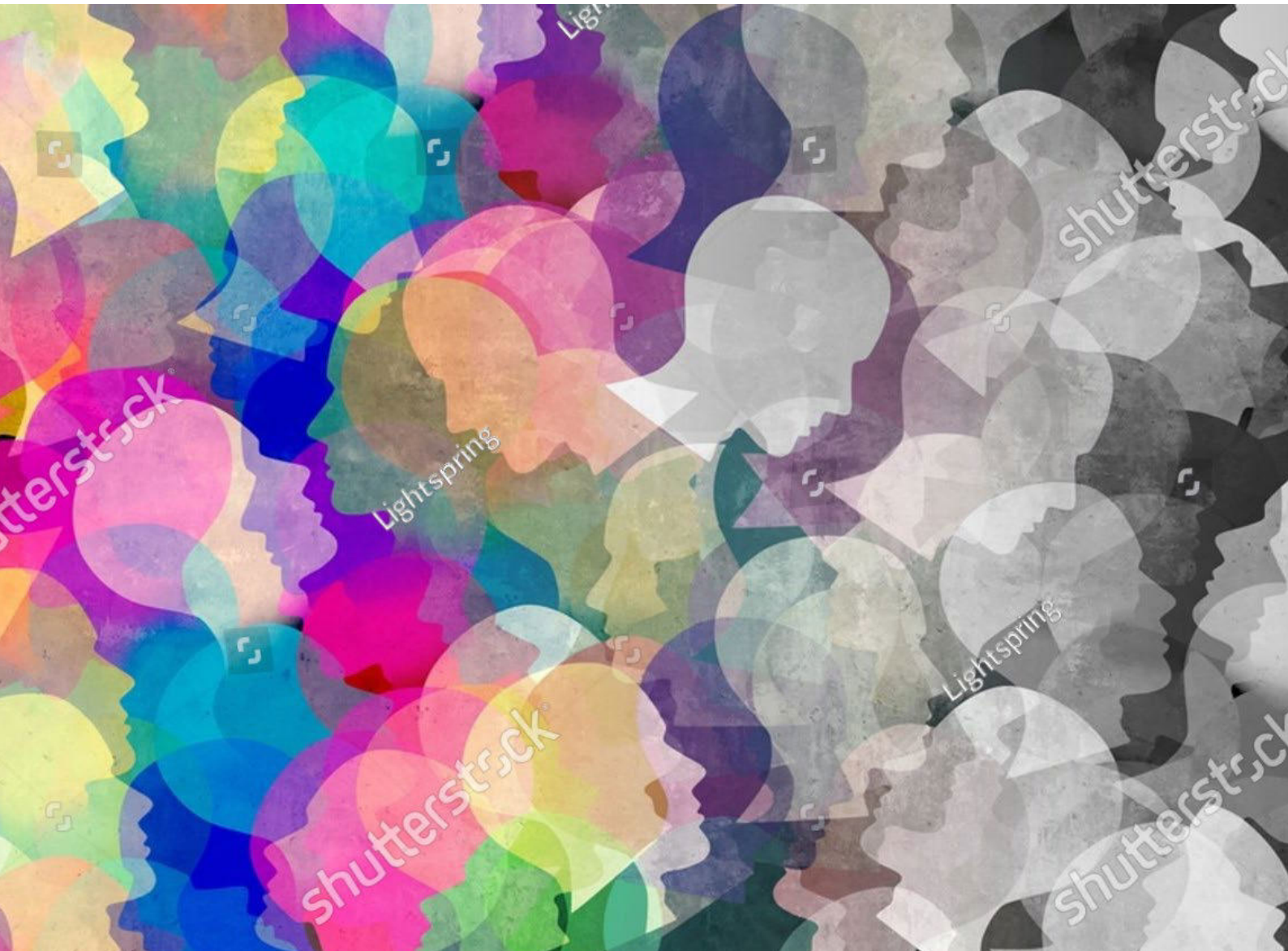
играли на сцене, постоянно радовали творческими находками.

Честно говоря, тогда я даже не представлял, сколько человек было подключено к коллективному разуму «Норд-Оста». Я узнал об этом только после теракта. Тогда все люди, которые работали в «Норд-Осте», лишились работы, и государство пообещало выплатить им пособие в размере двухмесячной зарплаты. Оформляя документы на это пособие, мы наконец пересчитали всех постоянных и временных сотрудников. Нас оказалось больше 400 человек.

Вам может показаться, что эффект коллективного разума возникает, только когда речь идёт о творческих проектах типа создания мюзиклов или научных теорий. Но нетрудно убедиться, что подобный эффект проявляется и во многих других ситуациях, когда люди сообщают что-то делают. Давайте возьмём пример какой-нибудь коллективной работы, которая не создаёт ни культурных ценностей, ни даже материальных объектов.

Скажите — кто управляет кораблём? Первый ответ, который приходит в голову, — капитан. Но это не совсем так. Капитан ведёт корабль по курсу, который прокладывает штурман. Значит, штурман? Тоже нет. Порт назначения определяет не штурман, а судовладелец. Но и судовладелец лишь выполняет волю фрахтователя, который нанял корабль. Вы скажете, что это уже полный абсурд. Если и говорить, что кто-то реально управляет кораблём, то рулевой, который крутит штурвал. Крутить-то он крутит, но не по своей воле. Над ним стоит старпом, который сейчас в рубке за главного. Хотя и старпом тоже не свободен в своих действиях. Его решения зависят от сведений, которыми его снабжают главный механик, синоптик и боцман, а также от указаний капитана, который пошёл отдохнуть. Выходит, что кораблём никто по отдельности не управляет. Вдумайтесь ещё раз в вопрос. Кто управляет кораблём?

Если и есть разум, который это делает, то он не принадлежит ни капитану, ни старпому, ни штурману, ни рулевому,



ни судовладельцу. Тогда кому? Никому отдельно и всем вместе. Это их коллективный разум.

Когда я искал название для своей книги, я подумал, что было бы здорово связать его с этим удивительным свойством человеческих сообществ — способностью мыслить коллективно. Первая мысль была взять готовый термин, каких учёные и философы напридумывали множество. Но потом я обнаружил, что все уже придуманные слова делятся на две группы. Одни звучат слишком глобально, к примеру, «ноосфера» или «глобальный разум». Другие — наоборот, слишком

узко, например, «распределённое познание» или «групповой интеллект». Мне хотелось найти слово, которое было бы применимо и на уровне всего человечества, и на уровне семьи. Короче, пришлось его придумать. Вот для примера только несколько подобных терминов: коллективный интеллект, распределённое познание, коллективное сознание, общественное сознание, нейронет, глобальный мозг, ноосфера. О разумности отдельного социума и человечества в целом рассуждали многие мыслители. Среди них — Карл Поппер, Пьер Тейяр де Шарден,

Владимир Вернадский, Эмиль Дюркгейм. И каждый изобретал собственные термины, чтобы обозначить это явление. Помните, в предисловии мы говорили о «телесных» метафорах? Это метафоры, самые близкие к телу и поэтому самые доходчивые. Я вам сейчас задам несколько вопросов, а вы, пожалуйста, на них ответьте — только не словами. Просто покажите пальцем или рукой. Можете даже подбородком. Где находятся законы и правила, которые вам приходится выполнять? Откуда к вам приходят удачные идеи? Куда улетает письмо, когда вы нажимаете кнопку «отправить»? Где царит непринуждённая атмосфера, когда вы в большой и весёлой компании? Где обитает общественное мнение? Куда попадает картинка, которую вы перепостили? Социальные сети — это вообще где?

Если вы потрудились ответить на эти вопросы хотя бы движением подбородка, то, скорее всего, обнаружили, что всё это находится где-то вокруг и выше вашей головы. Иными словами, всякий раз, когда мы подключаем свой ум к коллективному уму других людей, мы ощущаем, что подключились к чему-то наверху. Вот почему я остановился на слове «верхум», которое можно расшифровать как «верхний ум».

Верхум — это эффект разума вне человеческого мозга. Это способность социума мыслить подобно тому, как мыслит отдельный человек. Верхум работает, когда люди обмениваются идеями. Он генерирует, хранит и раздаёт знания. Человек наделён разумом, а общество — верхумом.

Когда мы говорим о человеческом разуме, то, как правило, имеем в виду целый комплекс психических черт. Это и память, и способность учиться, и приобретённые навыки, и абстрактное мышление, и ценности, и темперамент, и самосознание, и ещё многое другое, из чего состоит человеческая личность. Как мы увидим в дальнейшем, социум тоже обладает многими чертами личности. Поэтому я буду употреблять слово «верхум» не только в узком, но и в широ-

ком смысле. Верхум в узком смысле — это разум социума. Верхум в широком смысле — это личность социума. В этой книге мы будем обсуждать самые разные верхумы — верхум семьи, верхум корпорации, верхум науки, верхум рынка, верхум церкви, верхум школы, верхум государства, верхум страны, верхум армии, верхум соцсети и многие другие. Мы разберёмся, как устроено мышление верхума и его память, как верхум учится, откуда берутся его цели, как верхумы рождаются и умирают, как они конфликтуют и уживаются. При обсуждении этих вопросов у вас может сложиться впечатление, что я употребляю слова «социум» и «верхум» как синонимы. Но это не так. Как вам такая фраза: «Великий русский писатель Лев Толстой родился в 1828 году»? По мне, так она довольно нелепа, ведь новорождённый младенец по-русски ещё не говорил и не писал. Очевидно, что Лев Толстой как писатель родился гораздо позже, а уж великим мы его знаем только в образе седобородого старца. Фраза выглядит несуразной, потому что в ней смешаны два понятия — человек как живой организм и человек как личность, обладающая разумом и уникальным жизненным опытом. Социум — это социальный организм, который состоит из живых людей, подобно тому как организм человека состоит из живых клеток. Как и человеческий организм, социум способен мыслить. На какой-то стадии своего развития он приобретает черты личности. И тогда верхум начинает направлять действия социального организма так же, как разум направляет действия человека. Во избежание недоразумений, как с великим младенцем Толстым, я постараюсь максимально развести понятия. Имея в виду социальный организм как таковой, я буду употреблять слова «социум» или «сообщество». А слово «верхум» будет появляться, когда мне нужно будет подчеркнуть, что социальный организм — это личность, наделённая способностью мыслить, памятью и собственными целями. Ну вот. Теперь вы знаете, что такое верхум <...>.

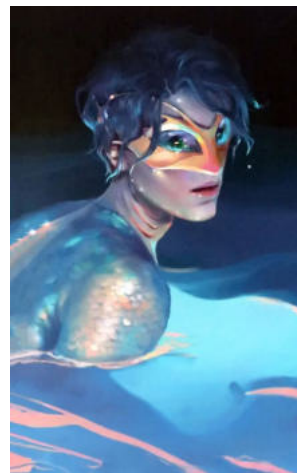
СДАЁМ ЁГЭ ПО РОССИЙСКОЙ ФАНТАСТИКЕ

Предлагаем вам вопросы из викторины «История будущего: технологии научной фантастики», посвящённой 100-летию со дня рождения Аркадия Стругацкого. Проект реализуется при грантовой поддержке Минобрнауки России в рамках инициативы «Работа с опытом и проектирование будущего» Десятилетия науки и технологий. Вопросы для викторины разработала Евгения Долгова, доктор исторических наук, директор Центра истории российской науки и научно-технологического развития РГГУ, лауреат премии Правительства Москвы молодым ученым за 2023 год.



1. В романе Алексея Толстого «Гиперболоид инженера Гарина» (1927 год) описана технология, придуманная задолго до её открытия: «Это просто, как дважды два. Чистая случайность, что это до сих пор не было построено. Я помещаю в фокусе гиперболического зеркала вторую гиперболу (очерченную, так сказать, навыворот)... Что же получается с лучами? Лучи, собираясь в фокусе зеркала, падают на поверхность гиперболоида и отражаются от него математически параллельно, — иными словами, гиперболоид концентрирует все лучи в один луч...». Что это за технология?

А. Термоядерный синтез
Б. Лазер
В. Полупроводниковые гетероструктуры
Г. Голография



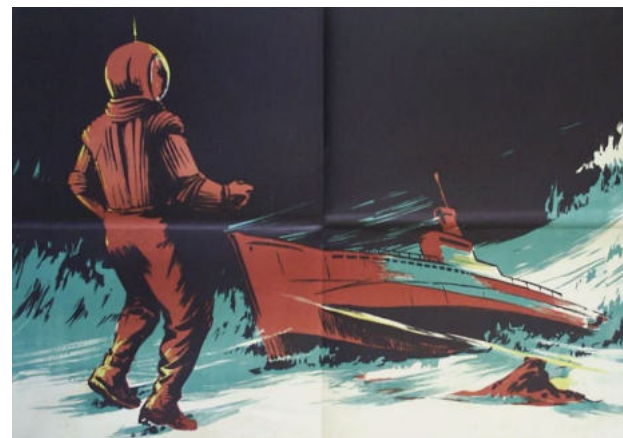
2. «Воздух становится все свежее и влажнее. Ихтиандр чувствует под ногами каменные плиты, замедляет шаги, останавливается. Не спеша надевает большие очки с толстыми стеклами, перчатки на руки и на ноги. Выдыхает из легких воздух и прыгает в водоем. Вода обволакивает тело приятной свежестью, пронизывает холодком жабры. Жаберные щели начинают ритмически двигаться, — человек превратился в рыбу». В романе Александра Беляева «Человек-амфибия» (1927 год) была предсказана:

А. Трансплантология и тканевая инженерия
Б. Жидкостное дыхание
В. 3D-биопечать
Г. Глубоководное длительное погружение



3. «Я пролетел до сферической стены — ею заканчивался коридор, — открыл дверцы и очутился в „шаре“. К стенкам „шара“ были прикреплены машины, аппараты, ящики, баллоны. От входной двери наискось был протянут довольно толстый канат. Он пропадал в отверстии перегородки, которая разделяла „шар“ на половины». Так в романе фантаста Александра Беляева «Звезда КЭЦ» (1936 год) описан(а):

А. Орбитальная станция.
Б. Подводная лодка.
В. Ракета.
Г. Квартира в городе будущего.



4. «„Пионер“ был поистине властелином морских просторов, он мог опускаться на любые глубины, не боясь быть раздавленным километровыми толщами воды, мог пересекать океаны вдоль и поперек, не заходя в порты и базы, не ощущая надобности в них. Его единственной базой был безграничный Мировой океан со всеми его неисчерпаемыми запасами энергии и пищи... Больше всего, однако, поразила Павлика огромная, неслыханная скорость, которую „Пионер“ способен был развивать под водой». Писатель-фантаст Григорий Адамов в своем романе «Тайна

двух океанов», впервые опубликованном в 1938 году, снабдил придуманную им подводную лодку «Пионер»:

А. Смертоносным лучом
Б. Атомным реактором
В. Аккумуляторами, заряжавшимися при помощи термоэлементов
Г. Гремучим газом



5. «Тема доклада и имя Никитина собрали значительную аудиторию. Палеонтолог рассказал о невероятном случае с призраком тираннозавра: — Этот свежевскрытый слой ископаемой смолы, оказывается, хранил в себе световые отпечатки — снимок одного момента существования природы мелового периода. Солнечные лучи, отражаясь от этого черного зеркала под определенным углом, отбросили вроде проекционного фонаря на какие-то создающие мираж струи воздуха гигантский призрачный облик живого динозавра уже не в перевернутом виде. Получилось своеобразное слияние отраженного изображения с миражом, увеличившее размеры светового отпечатка». В рассказе Ивана Ефремова «Тень минувшего» (1944 год) физики распознают:

А. Голограмму.
Б. Стереofотografiю.
В. Диапозитив.
Г. Поляроид.



6. «„Тантра“ принялась медленно раскручивать спираль полета в обратную сторону от планеты. Набрал скорость в семнадцать километров в секунду на ионно-триггерных, или планетарных, моторах, употреблявшихся для полетов между планетами, взлетов и посадок, звездолет ушел от умершей планеты...» В какой технологии идёт речь в романе писателя и учёного-палеонтолога Ивана Ефремова «Туманность Андромеды» (1955–1956 годы)?

- А. Химический ракетный двигатель.
- Б. Водородный двигатель.
- В. Электродвигатель.
- Г. Плазменный двигатель.



7. «Страшная тяжесть придавила каждого. Как после тяжелой болезни люди, едва могли приподняться. <...> В шлюзовой каюте у выхода были заранее приготовлены биологические скафандры и ... стальные, обшитые кожей каркасы с электродвигателем, пружинами и амортизаторами...». В романе «Туманность Андромеды» (1955–1956 годы), автором которого был советский палеонтолог Иван Ефремов, содержится описание:

- А. Современного скафандра.
- Б. Нагрузочного костюма.
- В. Бионического протеза.
- Г. Экзоскелета с электроприводом.



8. «О том, как работает Великий КРИ, у Жени составилось очень смутное представление. Сначала воображение нарисовало ему миллиарды кибернетических инфузорий-микроинформаторов, которые тучами бродят по всему свету, собирая рассеянные следы давно минувшего и стаскивая их в необъятные кладовые механической памяти. Затем он подумал о густой паутине проводов, натянутой на мачты и башни, которые разбросаны по всей планете от полюса до полюса. Короче говоря, он так ничего и

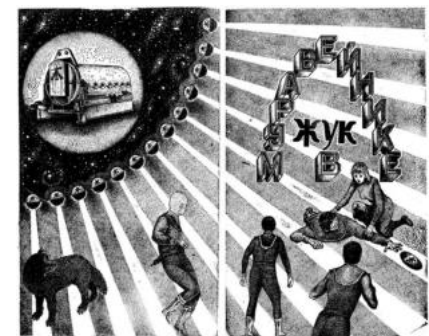
не понял, но переспрашивать не стал». В предложенном отрывке из рассказа братьев А. и Б. Стругацких «Загадка задней ноги» (1960 год) речь идет об искусственном интеллекте. Какая задача оказалась ему не по силам?

- А. Предсказание поведения живого организма
- Б. Историческая реконструкция
- В. Научно-техническое прогнозирование
- Г. Логических построений, основанных на противоречивых исходных данных



9. «Коля вспомнил, что время идёт, все куда-то едут, он один бездельничает. — Простите, — спросил он, — который час? Колин ровесник, не отрываясь от газеты, протянул к Коле руку. На запястье старика был браслет, широкий, но без всяких изображений. Вдруг на браслете вспыхнули слова и цифры: „Время 10:12:36 t 15 °C. Дождя не будет“. — Спасибо, — сказал Коля, который решил ничему не удивляться». Так в научно-фантастической повести «Сто лет тому вперед» (1975 год) Кира Булычева описано устройство:

- А. Смарт-часы.
- Б. Метеостанция.
- В. Виртуальный голосовой помощник.
- Г. Смартфон.



10. «Я решил начать со Щекна. Щекн, естественно, не землянин и даже не гуманоид, и поэтому потребовался весь мой опыт и вся моя, скажу не хвастаясь, сноровка в обращении с информационными каналами, чтобы получить те сведения, которые я получил. Замечу в скобках, что подавляющее большинство моих однопланетников понятия не имеет о реальных возможностях этого восьмого (или теперь уже девятого?) чуда света — Большого Всепланетного Информатория». Что предсказали братья Стругацкие в фантастическом детективе «Жук в муравейнике» (1979 год)?

- А. Искусственный интеллект.
- Б. Интернет.
- В. Компьютер.
- Г. Нейросети.

Правильные ответы

Вопрос 1. О лучах

Правильный ответ — Б. В 1964 году Нобелевскую премию «за фундаментальные работы в области квантовой электроники, которые привели к созданию излучателей и усилителей на лазерно-мазерном принципе» получили Александр Прохоров, Николай Басов и Чарльз Таунс. Чарльз Таунс сказал, что на создание изобретения его вдохновил роман Алексея Толстого «Гиперболоид инженера Гарина», написанный в 1926—1927 годах. Сегодня лазерные технологии находят широкое применение, начиная от резки материалов и заканчивая лазерной указкой.

Вопрос 2. Об Ихтиандре

Правильный ответ — А. В романе Александра Беляева «Человек-амфибия» была обыграна идея жизни человека в океане. Главный герой романа — Ихтиандр — жил в воде, поскольку из-за болезни легких не мог дышать, и ему пересадили жабры молодой акулы. Несмотря на то что фантаст писал об успехе трансплантологии, смелость экспериментов доктора Сальватора приближает их к разрабатываемым сегодня технологиям биофабрикации и тканевой инженерии. Трансплантация органов не просто спасает жизнь человека, но помогает его усовершенствовать, чтобы он мог осваивать иные пространства для жизни. Сегодня тканевая инженерия используется в регенеративной медицине, она позволяет восстанавливать или заменять поврежденные ткани и органы.

Вопрос 3. О «шаре»

Правильный ответ — А. Роман Александра Беляева «Звезда КЭЦ» — одно из первых произведений советской литературы, рассказывающее об освоении космоса. Фантаст очень реалистично описывает долговременную орбитальную станцию, какую не мог себе представить даже Константин Эдуардович Циолковский, чьё имя — К.Э.Ц. — она носит. Одна из проблем, которую пытаются решить герои, — изменения в организме человека и животных под влиянием постоянной невесомости. Ученые на «КЭЦ» занимаются теми же исследованиями, что и современные космонавты: астрономическими, биологическими, медицинскими. Описание похоже на устройство современных орбитальных станций, где используется любое свободное пространство. Первые в мире

орбитальные станции, предназначенные для длительного пребывания людей на орбите Земли, были разработаны в СССР под общим названием «Салют» (выводились на орбиту с помощью ракеты-носителя «Протон») с 1970-х годов.

Вопрос 4. О подводной лодке

Правильный ответ — В. Советская подводная лодка «Пионер», по сюжету романа направлявшаяся из Ленинграда во Владивосток через Атлантический в Тихий океан, была оснащена сверхъёмкими аккумуляторами. Они заряжались с помощью термопар, использующих разницу температур поверхностного и придонного слоев океанской воды. Интересно, что в экранизации романа 1955 года «Пионер» был оснащен уже атомным реактором: именно в 1950-е годы произошел спуск на воду первых атомных подводных лодок.

Вопрос 5. Об изображении тираннозавра

Правильный ответ — А. Отталкиваясь от сюжета фантастического рассказа Ивана Ефремов «Тень минувшего», в 1950-х годах тогда аспирант Государственного оптического института им. С. И. Вавилова, а позднее академик, Юрий Николаевич Денисюк предложил свой метод записи «волновых фотографий». По существу, он превратил фантастическую идею писателя в научно обоснованный метод получения таких изображений — голограмм. Сегодня голография нашла применение в спектроскопии, фотограмметрии, микроскопии и голографической интерферометрии, а также для защиты документов от подделки.

Вопрос 6.

Правильный ответ — Г. Иван Ефремов был не только доктором биологических наук, занимавшимся ископаемыми животными, но и выдающимся писателем-фантастом, автором романа-утопии «Туманность Андромеды». В отрывке описаны вымышленные ионно-триггерные двигатели, которые можно считать прототипом разрабатываемых сейчас плазменных двигателей, которые создают тягу за счет ускорения заряженных частиц. Плазменный двигатель позволяет эффективно расходовать топливо и разгонять космические аппараты до скоростей, недоступных химическим ракетам. Это существенно сократит время полетов на дальние планеты (например, путь до Марса с нынешнего года полета до 30—60 дней), что снизит риски для космонавтов из-за космической радиации.

Вопрос 7.

Правильный ответ — Г. Описанные в отрывке экзоскелеты используются на планете в системе «железной звезды», которая описана как чуждая землянам, неприветливая и опасная из-за большой силы тяжести. Герои романа работают в экзоскелетах, чтобы передвигаться по этой планете. Сейчас в реальном мире экзоскелеты используются для снижения физической нагрузки на опорно-двигательный аппарат, расширения возможностей в процессе физической деятельности или восстановления утраченных функций.

Вопрос 8. О коллекторе рассеянной информации

Правильный ответ — Г. Великий КРИ (Коллектор рассеянной информации) был построен для изучения прошлого — он был призван собирать и обрабатывать следы, оставленные былыми событиями. На основании изученного опыта Великий КРИ как счетно-логическая машина мог строить модели, решать задачи тончайшей диагностики настоящего и прогнозирования будущего. Чуть сложнее для него были задачи, связанные с изучением психологического обоснования выбора — предсказанием поведения живого организма. Не справился же Великий КРИ с абсурдным вопросом «о семиногом баране без малейших признаков органов равновесия». Разработчики вложили заведомо бессмысленную программу в необычайно сложную и умную машину, чтобы посмотреть, как она будет себя вести в специальных условиях.

Вопрос 9. О носимых гаджетах

Правильный ответ — А. Такая техника, как смарт-часы, не могла остаться без внимания писателей-фантастов. Они старались уместить чудо-прибор на запястье своих героев и наделить его уникальными свойствами. Смог догадаться о потенциале устройства и писатель-востоковед Игорь Можейко, более известный под псевдонимом Кир Булычёв. Именно он понял, что простым измерением времени этот прибор не обойдется, уже довольно скоро. Точнее, должно было пройти «Сто лет тому вперед», чтобы на руке оказался браслет с функциями прогноза погоды и доступа к спутниковым данным. Это было первое упоминание «умных» часов в советской фантастике.

Вопрос 10. Об Информатории

Правильный ответ — Б. В отрывке из братьев Стругацких упоминается аналог современного интернета. Ра-

ботала фантастическая сеть, мягко говоря, небыстро: на получение справки по несложному запросу главный герой потратил более двух часов. При этом пользователь, как можно понять из текста, получил на свой запрос лишь один однозначный ответ, которому поверил как официальному источнику. Это позволяет предположить, что Стругацкие трактовали Большой Всепланетный Информаторий как некую централизованную систему. Это похоже на знакомую фантастам реальность: в 1960—1970-е годы реализовывался проект автоматизации системы управления, частью которой было создание Общегосударственной автоматизированной системы учета и обработки информации (ОГАС), основанной на принципах кибернетики и включающей в себя компьютерную сеть, связывающую вычислительные центры сбора и обработки данных во всех регионах страны. Стругацкие увидели потенциал советского IT-проекта — предугадали распространение и возможности массового использования интернета в наши дни.

Мы попросили GigaChat решить задачу «о семиногом баране без малейших признаков органов равновесия». Нейросеть размышляла примерно пять секунд и выдала развёрнутый ответ, суть которого сводилась к следующему: «Семиногий баран компенсирует отсутствие органов равновесия путем распределения веса равномерно между всеми семью ногами и изменения своей позы для снижения центра тяжести. Дополнительно, он может использовать быстрые и точные движения ног для сохранения устойчивости. Таким образом, задача о семиногом баране решается через комбинацию физической адаптации и поведенческих изменений».

ВЫХОД

СДАЁМ ЁГЭ ПО ВИРУСАМ

История изучения динозавров России

В 1897 ГОДУ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ПРОХОДИЛ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС. В РОССИЮ СЪЕХАЛИСЬ СПЕЦИАЛИСТЫ СО ВСЕЙ ПЛАНЕТЫ. СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ ПРЕДСТАВЛЯЛ ОТНИЕЛ ЧАРЛЗ МАРШ (1831–1899), ИЗВЕСТНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ ДИНОЗАВРОВ НА ДИКОМ ЗАПАДЕ. ОН ВНИМАТЕЛЬНО ОСМАТРИВАЛ КОЛЛЕКЦИИ ИСКОПАЕМЫХ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА КОНГРЕССЕ, НО ДИНОЗАВРОВ СРЕДИ НИХ НЕ НАШЕЛ. ПОСЛЕ ЭТОГО ОН НАПИСАЛ ФРАЗУ, СТАВШЮЮ КРЫЛАТОЙ: «В КОНЕЧНОМ СЧЕТЕ Я ВЫНУЖДЕН ПРИЗНАТЬ, ЧТО СОБСТВЕННО ДИНОЗАВРЫ РОССИИ, ПО МЕНЬШЕЙ МЕРЕ, КАК ЗМЕИ ИРЛАНДИИ, ПРИВЛЕКАЮТ ЛИШЬ СВОИМ ОТСУТСТВИЕМ».

Ископаемые остатки в России стали собирать и описывать еще с середины девятнадцатого века, однако динозавров среди них, скорее всего, не было. На всю Россию только один исследователь в конце девятнадцатого — начале двадцатого века профессионально занимался изучением ископаемых наземных позвоночных — В. П. Амалицкий (1860–1917), но и он посвятил себя не динозаврам, а более древним животным пермского периода. Амалицкий на берегу Малой Северной Двины открыл крупное захоронение с целыми скелетами пермских тетрапод.

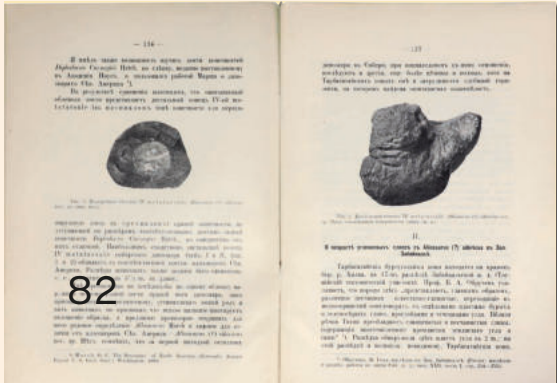
Первым крупным исследователем динозавров в России был А. Н. Рябинин (1874–1942). Незадолго до революции 1917 года Рябинин изучил кости хищного динозавра из Забайкалья, а также большую берцовую кость с правого, китайского берега Амура. По рекомендации Рябинина Геолком организовал раскопки на китайском берегу. За десять дней собрали обильный материал, в основном по утконосым динозаврам. Всего добыли 65 пудов, то есть около тонны материала. Из множества костей Рябинин выделил и описал два новых вида (*Saurolorphus kryschtofovici*, *Albertosaurus periculosus*) и один род — манчжурозавра (*Mandschurosaurus amurensis*). В двадцатых годах под его руководством в музее Геолкома смонтировали скелет манчжурозавра, который и сейчас можно увидеть в музее Всероссийского научно-исследовательского геологического института имени А. П. Карпинского.

Следующий этап исследования динозавров в России был связан с именем И. А. Ефремова (1908–1972). Ефремов — известный палеонтолог — организовывал масштабные экспедиции советских ученых в Монголию. Оттуда в Москву вывозили тонны материала по динозаврам: хищным, панцирным, утконосым. Их изучение заняло десятилетия, скелеты украсили залы Палеонтологического музея в Москве. После появления многочисленного материала (череп, полные скелеты) из пустыни Гоби произошло «охлаждение» к отечественным скудным находкам. Геологи и местные энтузиасты открывали новые местонахождения динозавров в России, но палеонтологи не стали их разрабатывать. Изучавший кости динозавров из Монголии палеонтолог А. К. Рождественский (1920–1983) побывал на нескольких ныне известных динозавровых местонахождениях. Однако они не заинтересовали палеонтолога.

В 1951 году Рождественский приехал в Благовещенск, где ранее было обнаружено 25 килограммов динозавровых костей. Изучив местонахождение, Рождественский посчитал, что многочисленные разрозненные динозавровые кости перезахоронены и местонахождение «бесперспективное» для дальнейших работ. Спустя 30 лет в Благовещенск приехал Ю. Л. Болотский и организовал масштабные раскопки. В результате из Благовещенска было описано два новых рода утконосых динозавров (*Amurosaurus riabinini*, *Kerberosaurus manakini*). В дальнейшем Болотский организовал раскопки еще на одном местонахождении в Приамурье, где был обнаружен целый скелет утконосого динозавра. По результатам работ из этого местонахождения было описано еще два новых рода утконосых динозавров (*Olorotitan arharensis*, *Kundurosaurus nagornyii*).

В 1954 году А. К. Рождественский приехал в Кузбасс, в деревню Шестаково. За год до этого там геологи нашли неполный скелет. Рождественский определил принадлежность остатков к *Psittacosaurus*. Полвека спустя, с появлением новых находок в Шестаково, был описан новый вид пситтакозавров (*Psittacosaurus sibiricus*). С этого момента в основном силами Томского университета, затем Кемеровского краеведческого музея здесь идут ежегодные раскопки. Собрана одна из богатейших в мире коллекций динозавровой фауны, по числу скелетов и черепов — крупнейшая в России.

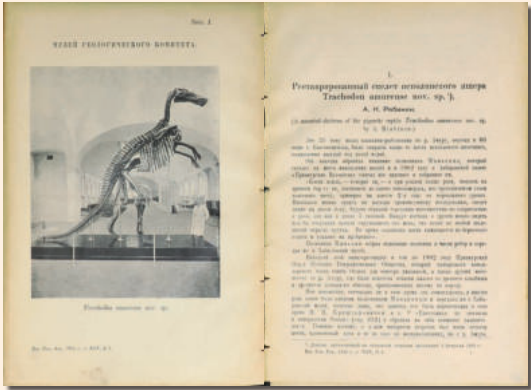
СЕЙЧАС ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНОЗАВРОВ И ОБИТАВШИХ С НИМИ ЖИВОТНЫХ СОСРЕДОТОЧЕНЫ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ И СВЯЗАНЫ В ПЕРВУЮ ОЧЕРЕДЬ С УЧЕНИКОМ Л. А. ЕСОВА, СОТРУДНИКОМ ЗООЛОГИЧЕСКОГО И ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТОВ РАН АЛЕКСАНДРОМ ОЛЕГОВИЧЕМ АВЕРЬЯНОВЫМ. А. О. АВЕРЬЯНОВ ЯВЛЯЕТСЯ ВЕДУЩИМ СПЕЦИАЛИСТОМ ПО ДИНОЗАВРАМ В РОССИИ. ЕГО УЧЕНИК, СОТРУДНИК САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ПАВЕЛ ПЕТРОВИЧ СКУЧАС ИЗУЧАЕТ ЭВОЛЮЦИЮ ЮРСКИХ И МЕЛОВЫХ ФАУН. ОН И УЖЕ ЕГО УЧЕНИКИ АКТИВНО РАЗВИВАЮТ РАСКОПКИ И ИССЛЕДОВАНИЯ НА БОЛЬШИНСТВЕ ДИНОЗАВРОВЫХ МЕСТОНАХОЖДЕНИЙ РОССИИ.



82



© photozoo22



Работы А. Н. Рябинина, содержащие первые ответственные описания динозавров из России и сопредельных стран

83



ДИНОЗАВРЫ РОССИИ

История изучения динозавров России универсантами СПьГУ

История изучения динозавров универсантами ЛГУ начинается с конца 1940-х годов, когда директор Палеонтологического института Юрий Александрович Орлов (выпускник Университета 1917 года) и Иван Антонович Ефремов (учащийся биологического отделения Ленинградского университета с 1924 по 1927 год) смогли добиться утверждения и организовать Монгольские палеонтологические экспедиции. И. А. Ефремов возглавил Монгольские палеонтологические экспедиции (1946, 1948 и 1949 годов). По результатам этих раскопок был опубликован ряд монографий, включая том «Основ палеонтологии». Полученные сведения о динозаврах из Монголии позволили предположить, что схожие динозавры обитали и на территории России.



Ю. А. Орлов



И. А. Ефремов



1940
1960-е

Следующий этап изучения динозавров универсантами связан с деятельностью Льва Исааковича Хозацкого (выпускник ЛГУ 1936 года, доцент кафедры зоологии позвоночных), который с 1947 года по просьбе И. А. Ефремова начал исследования мезозойских черепов из многочисленных сборов Монгольской палеонтологической экспедиции. Затем он выпускает несколько работ, касающихся палеобиологии динозавров. Л. И. Хозацкий был доцентом кафедры зоологии позвоночных, много сил отдавал обучению студентов.



Л. И. Хозацкий



Л. А. Несов



1970
1990-е

Учеником Л. А. Несова и продолжателем его исследований стал выпускник кафедры зоологии позвоночных Университета Александр Олегович Аверьянов. Им ревизованы фауны динозавров из Средней Азии (Киргизия, Узбекистан, Таджикистан) и Казахстана, проведены исследования некоторых динозавров Монголии, а также описаны совместно с коллегами и энтузиастами многие российские динозавры, например пситтакозавр сибирский (*Psittacosaurus sibiricus*), килеск (*Kileskus aristotocus*), сибиротитан (*Sibirotitan astrosacralis*), тенгризавр (*Tengrisaurus starkovi*) и волгатитан (*Volgatitan simbirskiensis*).



А. О. Аверьянов

Учеником А. О. Аверьянова является сотрудник Санкт-Петербургского государственного университета Павел Петрович Скучас, который занимается изучением эволюции юрских и меловых наземных фаун. Возглавляемый им коллектив также активно сотрудничает с командами палеонтологов из других регионов. Среди научных успехов в исследовании динозавров — обнаружение новых элементов динозавровых фаун, описание многих биологических особенностей динозавров России (в том числе полярных).



П. П. Скучас



1990
2000-е



2000

83

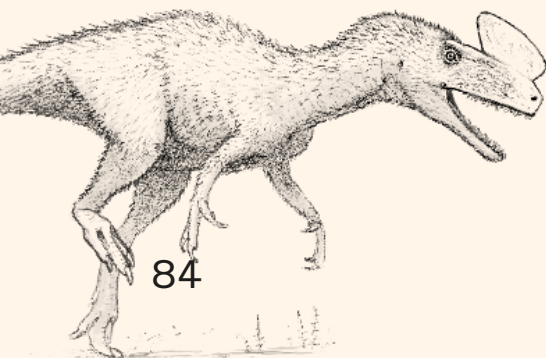
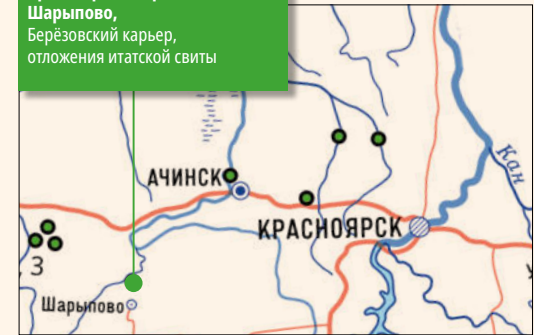


КИЛЕСК БЛАГОРОДНЫЙ

«Килеск» в переводе с хакасского — «ящерица», а видовое название килеск получил, так как относится к древнейшим тираннозавроидам.

Средняя юра
бат (168–166 млн л н)

Красноярский край:
Шарыпово,
Берёзовский карьер,
отложения итатской свиты



84

СДАЕМ БИО ПО ВИРУСАМ

ДИНО
ЗАВРЫ
РОССИИ

Ящеротазовые

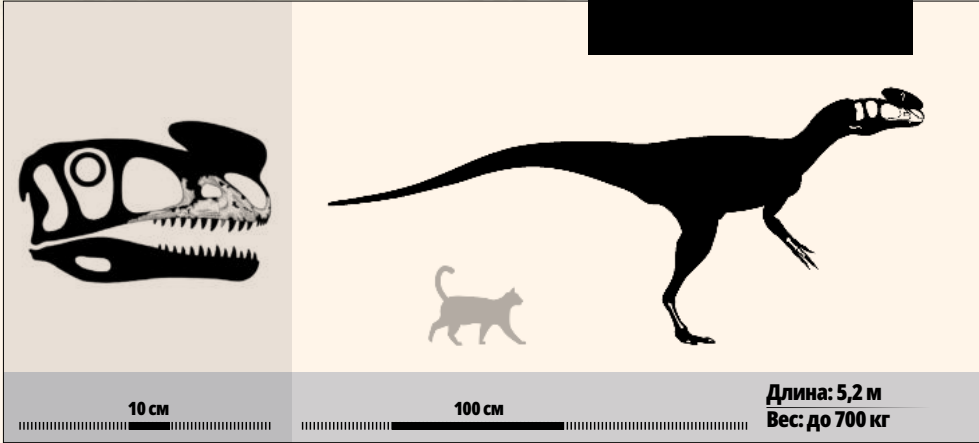
Тероподы

Тираннозавроиды

Процератозавриды

Kileskus aristotocus

Averianov et al., 2010



История открытия. В первый же день открытия местонахождения в Берёзовском карьере в 2000 году были найдены зубы крупного хищного динозавра. В последующие годы удалось собрать еще полсотни зубов и одну крупную фалангу. Но только в 2007 году во время раскопок художнику и краеведу С. А. Краснолуцкому попалась челюсть. Взять целиком ее не удалось, так как она рассыпалась на сотни обломков, которые, как пазл, были успешно собраны.

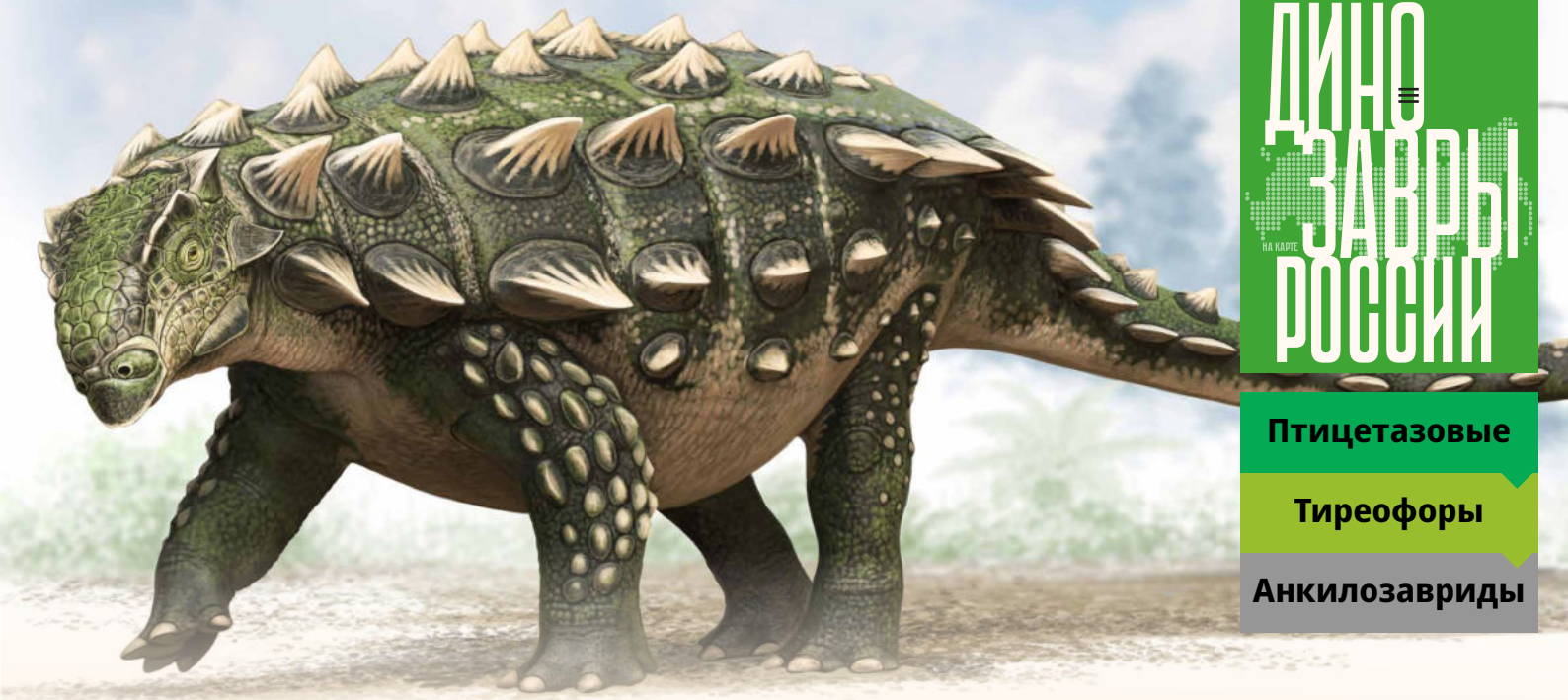


Расположение костей килеска в стенке карьера

Интересный факт:



Килеск является одним из древнейших тираннозавроидов и приходится родственником, пожалуй, самому известному динозавру — тираннозавру, правда, во времени их разделяло около 100 миллионов лет.



ДИНО
ЗАВРЫ
РОССИИ

Птицетазовые

Тиреофоры

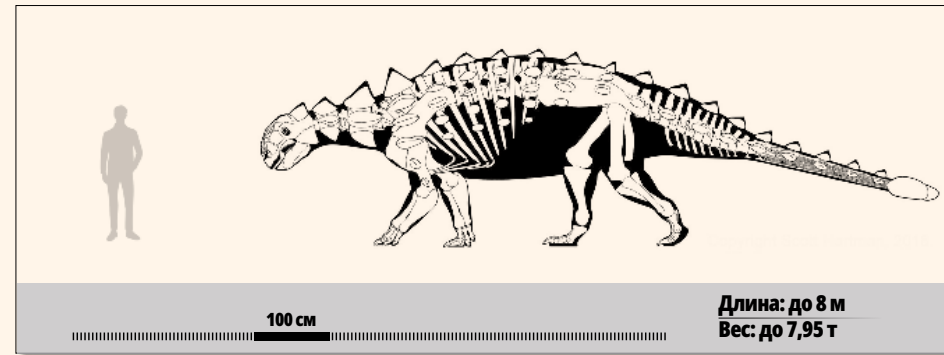
Анкилозавриды

АНКИЛОЗАВРИДЫ

С древнегреческого — «согнутые (или спянные) ящеры».

Особенности строения: голова массивная и широкая, кости черепа плотно срастались друг с другом. В отличие от представителей более примитивного подсемейства нодозаврид, у анкилозаврид имелся роговой клюв. Зубы маленькие и использовались для срывания растительности, но не пережевывания. Обоняние хорошо развито. Тело широкое и приземистое. Плечевой пояс и таз обычно примерно на одной высоте или плечевой пояс немного ниже. Передвигались на четырех ногах.

Броня представлена костяными пластинами и щитками — остеодермами, покрывающими большую часть шеи, туловища и хвоста. Остеодермы срастались в поперечные полосы, что позволяло сохранять подвижность, как в латном доспехе. У многих представителей анкилозаврид на шее и плечах располагались длинные шипы. У анкилозаврид (в отличие от нодозаврид) на конце хвоста было костяное утолщение-булава весом до 27 кг для защиты от хищников.



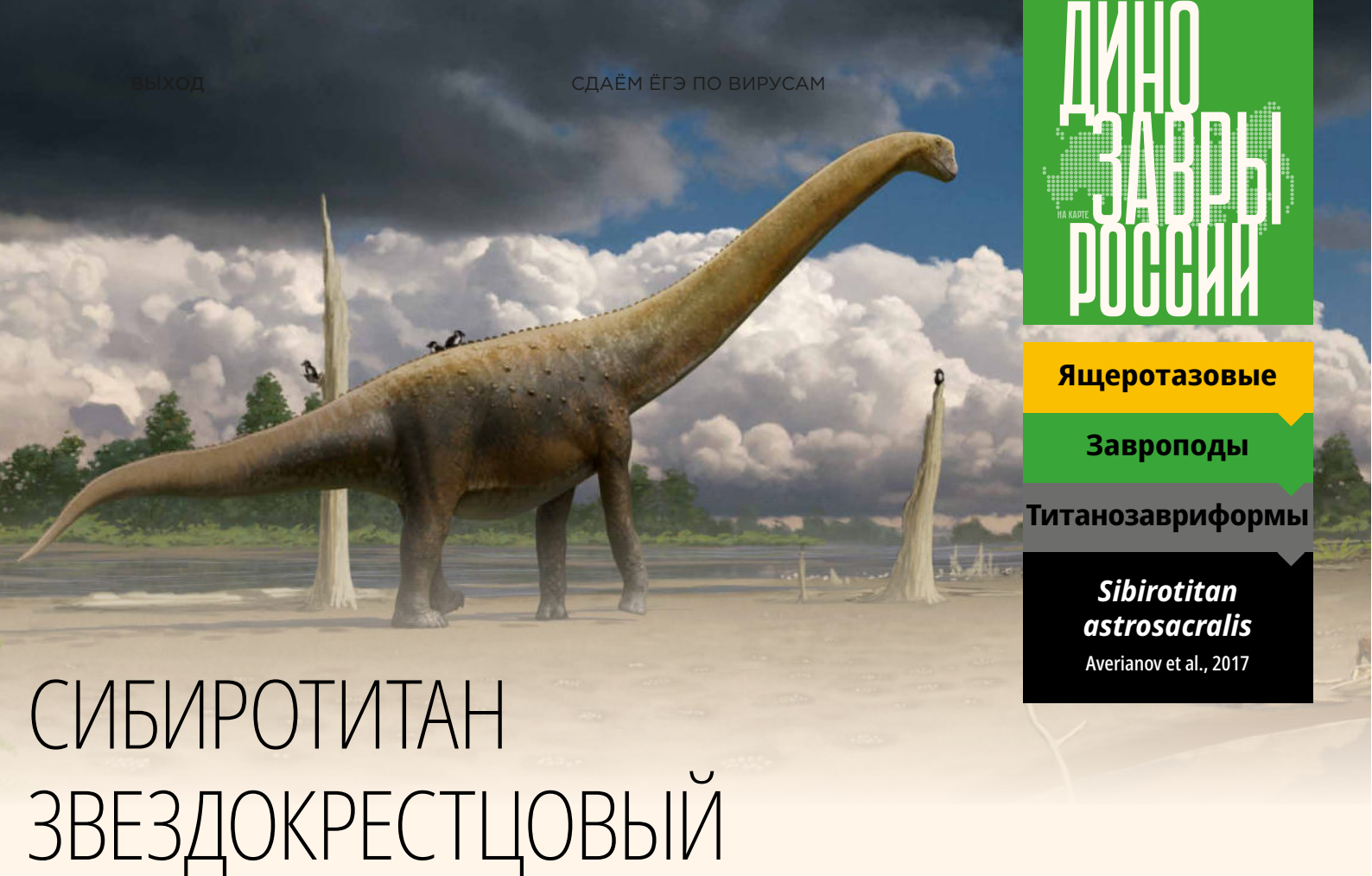
Интересный факт:



Согласно одному из последних исследований, анкилозаврид *Ankylosaurus grangeri*, обнаруженный в Монголии с сохранившейся в окаменелом виде гортанью, мог издавать звуки, похожие на птичье пение.

Чтобы оценить диапазон звуков, которые мог издавать этот анкилозаврид, исследователи сравнили части окаменелой гортани с аналогичными структурами нынешних птиц и рептилий. Оказалось, что животное было способно издавать множество звуков, в том числе очень громких, включая урчание, рев и даже чириканье.

85



ДИНОЗАВРЫ РОССИИ

Ящеротазовые

Завроподы

Титанозавриформы

Sibirotitan astrosacralis
Averianov et al., 2017

СИБИРОТИТАН ЗВЕЗДОКРЕСТЦОВЫЙ

Родовое имя дано в честь Сибири, где был найден этот завропод, с добавлением слова «титан», в греческой мифологии означающего божественных существ-гигантов, видовое название происходит от греческого astro — «звезда» и латинского sacrum — «крестец», что указывает на необычное строение крестцовых ребер, расходящихся от центра, подобно лучам звезды.

История открытия. Крупные кости возле деревни Шестаково (Кемеровская область) на яру находили с 1960-х годов, но сведения о них не вышли за пределы геологических отчетов. Во время палеонтологических экспедиций 1994–1995 годов удалось собрать большие остатки в стенке речного обрыва. В 2002 году описали фрагмент стопы животного, а спустя пятнадцать лет другие его остатки. Скорее всего, все известные в настоящий момент кости скелета завропод из Шестаково 1 являются остатками одной особи сибиротитана. Они были разбросаны на ограниченной площади и постепенно появлялись на поверхности в процессе эрозии Шестаковского яра.

Длина: до 20 м
Вес: до 20 т



Интересный факт:



Описать нового ящера ученым помогли зубы, позвонки и крестец длиной около полуметра, найденные в разные годы у села Шестаково Кемеровской области, на одном из самых знаменитых российских местонахождений динозавров. Чтобы заполучить окаменелости, палеонтологам пришлось буквально выколачивать их из твердого песчаника Шестаковского яра на берегу реки Кия. Сложность была в том, что нужный геологический слой находился посередине отвесного обрыва, поэтому ученые работали с альпинистским снаряжением на высоте около четырех метров.

Особенности строения: сибиротитан относится к группе титанозавриформов (но не титанозаврид), поэтому можно предположить следующие особенности этого завропода: шея, способная подниматься почти вертикально, удлинённые передние конечности, расширенные ноздри, удлинённые зубы, широкая лобковая кость таза. За счет сильно расходящихся в стороны брюшных ребер (гастралий) и передней части таза брюхо было объемным и широким. Характерными особенностями этого рода является наличие пяти крестцовых позвонков (против шести у других представителей группы сомфоспондилов), а также крестцовых ребер, ориентированных радиально. Также имелся особый гребень на невральном дуге туловищного позвонка. Уникальные признаки строения шейных позвонков (включая аксис) сибиротитана отличают его от всех прочих известных титанозавриформов.



Длина: около 20 м
Вес: до 20 т

ТЕНГРИЗАВР СТАРКОВА

Тенгри — бог неба в монгольско-тюркской мифологии, а видовое название starkovi дано в честь геолога А. И. Старкова.

Ранний мел, баррем — альб
(130–113 млн л н)

Республика Бурятия:
урочище Могойто,
отложения муртойской свиты



История открытия. В конце 1950-х годов в Забайкалье переехал геолог и любитель палеонтологии Г. А. Дмитриев, и вскоре он нашел остатки динозавров возле Гусиног озера в Бурятии: разрозненные позвонки, ребро и лопатку. В 1989 году в этом же месте палеонтологом А. И. Старковым был найден еще один, передний, позвонок и зуб. В последующие годы здесь были найдены новые костные остатки. А. О. Аверьянов и П. П. Скучас на основе трех крупных хвостовых позвонков (которые вы можете видеть на выставке) описали нового завропода — *Tengrisaurus starkovi*.

Интересный факт:



Российские завроподы, такие как сибиротитан, волгатитан и тенгризавр, не отличались крупными размерами, в отличие от своих северо- и южноамериканских родственников, таких как аргентинозавр, достигавший 35 метров в длину и весивший 65–80 тонн.

Особенности строения: тенгризавр относится к титанозаврам, для которых характерна широкая постановка конечностей (в сравнении с другими завроподами), короткий хвост (около 35 позвонков). Передние хвостовые позвонки почти у всех титанозавров прочные, т. е. вогнутые спереди и выпуклые сзади. Укорочение хвоста и его увеличенная подвижность за счет появления шаровидного сустава между позвонками, возможно, были связаны с функцией хвоста как дополнительной опоры тела, что позволяло титанозаврам приподнимать переднюю часть тела и передние конечности во время питания или спаривания. Еще одна уникальная особенность титанозавров — неокостенение элементов запястья, кисти и предплюсны, которые, видимо, оставались хрящевыми в течение всей жизни. Так как тенгризавр был помещен внутри группы литостротии, то к списку его особенностей возможно добавить и наличие небольших костяных бляшек под кожей — остеодерм, которые являются особенностью панцирных динозавров (анкилозавров).

Интересный факт:



Функциональное назначение многих особенностей скелета титанозавров пока полностью не понятно. Возможно, расширение постановки конечностей и латеральный изгиб подвздошной кости были связаны с увеличением туловища титанозавров, в частности с чрезмерным развитием органов пищеварения (желудок, кишечник), которые могли использоваться как бродильные чаны для переваривания зеленых частей растений с помощью микроорганизмов. Как бы то ни было, эти морфологические особенности обеспечили титанозаврам определенный эволюционный успех и позволили им пережить другие группы завропод.



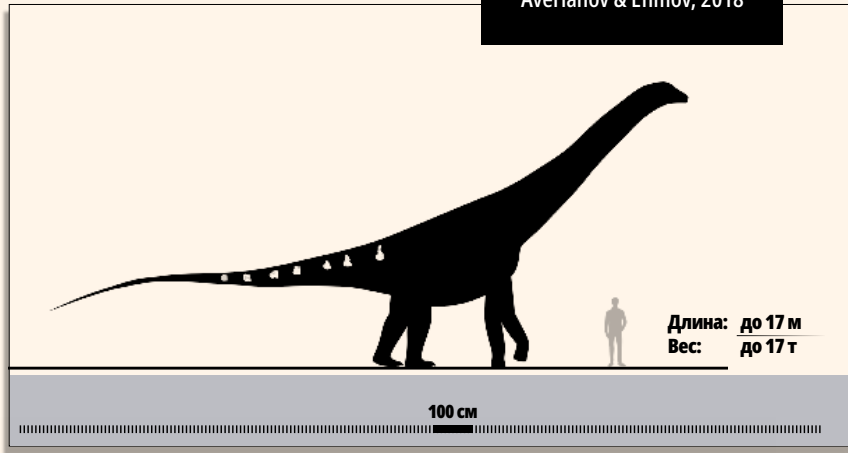
СДАЁМ ЁГЭ ПО ВИРУСАМ

ДИНОЗАВРЫ РОССИИ

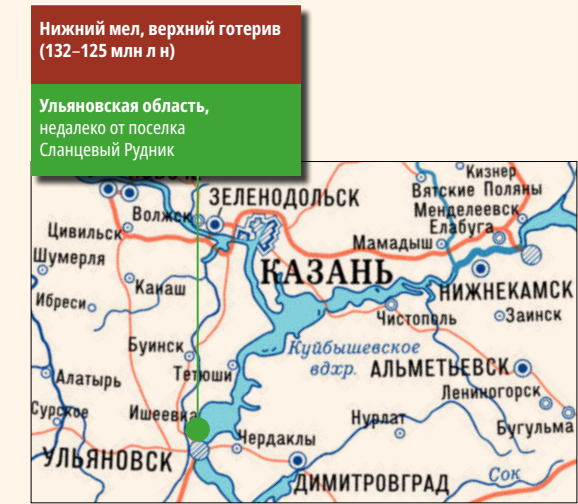
- Ящеротазовые
- Завроподы
- Титанозавриды
- Литостротии
- Volgatitan simbirskiensis**
Averianov & Efimov, 2018

ВОЛГАТИТАН СИМБИРСКИЙ

Родовое имя дано в честь реки Волги, на берегу которой были найдены его остатки, с добавлением слова «титан», в греческой мифологии означающего божественных существ-гигантов, предшествовавших олимпийским богам. Видовое имя дано в честь города Симбирска (старое название Ульяновска).



Длина: до 17 м
Вес: до 17 т



Нижний мел, верхний готерив (132–125 млн л н)

Ульяновская область, недалеко от поселка Сланцевый Рудник

Особенности строения: по всей видимости, кости принадлежали взрослой особи — об этом говорят невральные дуги (части позвонков, защищающие нервы и кровеносные сосуды), которые полностью срослись с телами позвонков. Тела позвонков прочельные — с вогнутыми передними и глубоко выпуклыми шаровидными задними суставными поверхностями. Все позвонки несут сильный гребень на вентраль-

История открытия. В 1982 году на берегу Волги в Ульяновской области в стяжении плотной породы — конкреции — В. М. Ефимов обнаружил крупные позвонки динозавра. В последующие годы получилось найти еще несколько позвонков. В общей сложности было найдено 7 хвостовых позвонков. Лишь спустя 36 лет после находки позвонки были описаны А. О. Аверьяновым и В. М. Ефимовым как новый вид.

Интересный факт:

Примечательной особенностью литостротий, к которым относится и волгатитан, является «яйцевый зуб» на кончике морды детенышей, служащий для пробивания скорлупы при вылуплении. Затем эта структура исчезает. Такие «зубы» есть у современных черепах, крокодилов и гаттерий.



КУЛИНДАДРОМЕЙ ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ

Назван в честь пади Кулинда и греческого дрóмеос, означающего «бегун», видовое название относится к Забайкальскому краю, где были найдены окаменелые остатки этого животного.

История открытия. В 2010 году геолог С. М. Сеница во время работы в Забайкальском крае наткнулась на несколько плохо сохранившихся остатков мелкого динозавра. В 2011 году начались раскопки, которые продолжались десять лет. В 2013 году к команде ИПРЭК СО РАН во главе с С. М. Сеницей присоединились Ю. Л. и И. Ю. Болотские из ИГиП ДВО РАН и команда Паскаля Годефруа из Королевского бельгийского института естественных наук. Вначале окаменелости приняли за разных динозавров, позже стало ясно, что динозавр один, в 2014 году его описали под именем *Kulindadromeus zabaikalicus* — «бегун из Кулинды забайкальский».



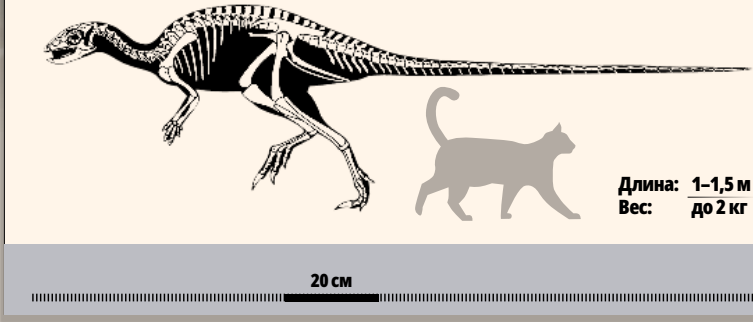
Средняя юра, бат (168–166 млн л н)

Забайкальский край, Чернышевский район, падь Кулинда, отложения укुरейской свиты

Особенности строения: задние конечности, кисти передних лап, хвост и грудная клетка кулиндадроменя были покрыты тремя типами чешуи. На плечах были волоски, напоминающие пуховое перо современных куриц (китайская шелковая), другие перьевые структуры были тонкими нитями не более 1 см в длину, третьи были более широкими и достигали 3 см в длину. Кулиндадромей — древнейший пернатый динозавр, известный науке. Его открытие позволило уточнить и усложнить представление об эволюции перьевых покровов.



photocredit



Длина: 1–1,5 м
Вес: до 2 кг

Интересные факты:

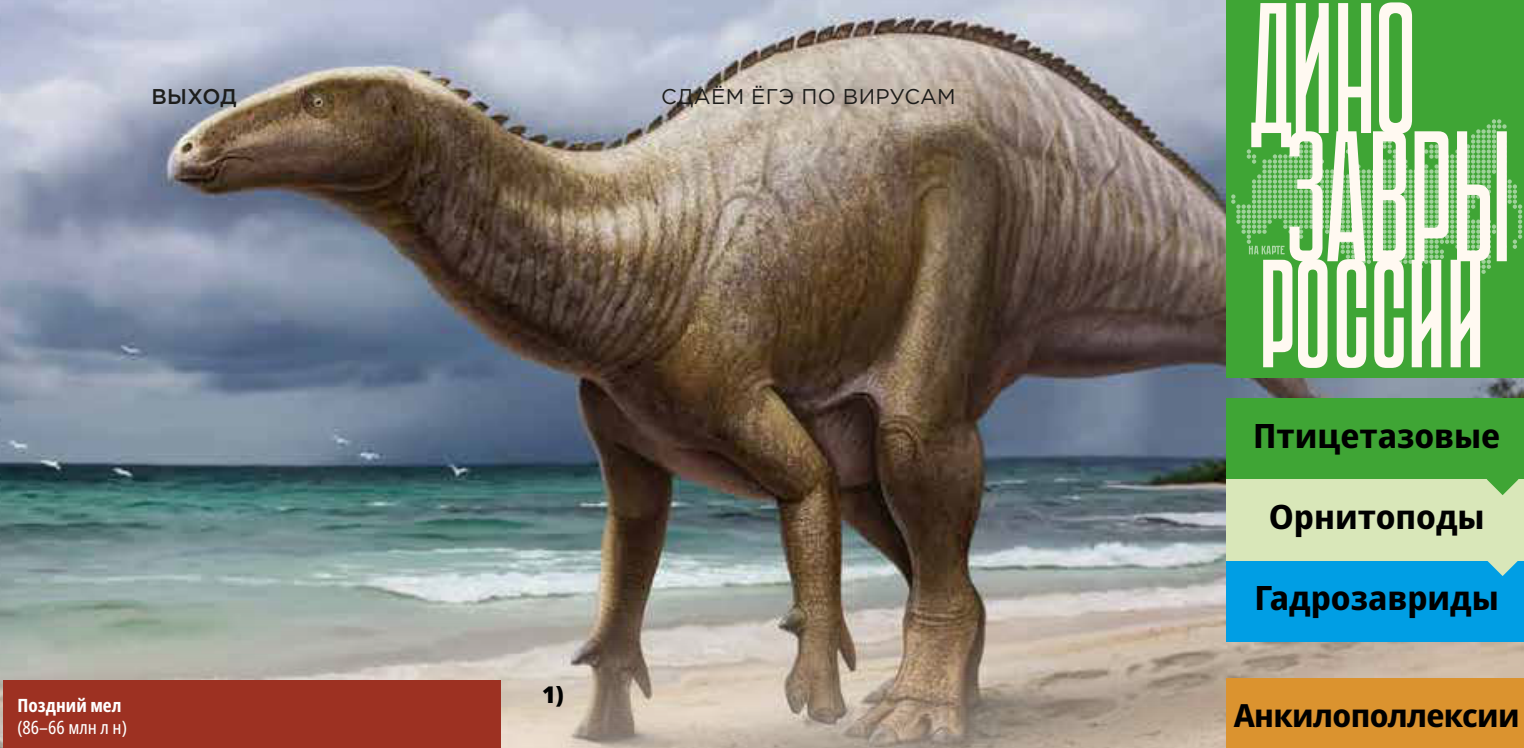


В 2016 году изображение кулиндадроменя украсило новый герб Чернышевского района Забайкалья. В 2020 году долина Кулинда получила статус особо охраняемой природной территории.

Описание герба: «В зеленом поле — восстающий золотой бескрылый ящер с птичьим клювом и с оперенными головой (кроме морды), шеей и туловищем, имеющий передние лапы короткие, а задние длинные, подобные страусовым, и с подогнутым хвостом, сопровождаемый вверху серебряным опрокинутым узким вилообразным крестом, поверх которого на главе выгнута положен золотой колос гречихи; поле, отделенное крестом, — лазоревое».

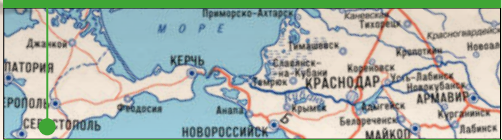
Кулинда — это местонахождение-лагерштетт. Лагерштетт — это тип местонахождений окаменелостей, в котором благодаря особым условиям хорошо сохраняется множество разнообразных окаменелостей, а также могут сохраняться мягкие ткани животных.

Уникальная сохранность кулиндадроменя обусловлена тем, что в юрское время Кулинда была активной вулканической зоной. Во время извержений раскаленный пепел быстро засыпал динозавров. Наружные покровы и даже кости стожарились, но в пепловой толще оставались пустоты, на стенках которых отпечатывались мягкие ткани кулиндадроменя.



Поздний мел
(86–66 млн л н)

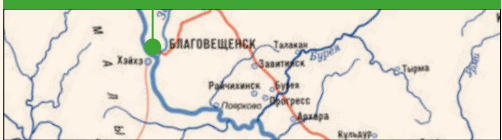
1) Республика Крым: Бахчисарайский район, гора Беш-Кош



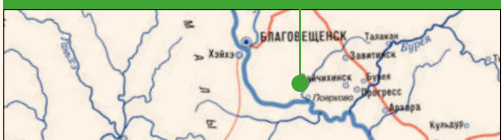
2) Сахалинская область: Южно-Сахалинск, Синегорск



3) Амурская область: Благовещенск



4) Амурская область: Архаринский район, Кундур



Длина: 4 м
Вес: неизвестен



Длина: 8 м
Вес: более 2 т



Длина: 7 м
Вес: 2 т

1)

ОРНИТОПОДЫ

1) Рябиногоадрос

Рябиногоадрос был впервые описан по неполному скелету задней конечности А. Н. Рябиным в 1945 году и назван *Orthomerus weberi* в честь Гертруды Вебер, которая нашла остатки в 1934 году в окрестностях Бахчисарая. В 1995 году палеонтолог А. Л. Несов исправил видовое название на *weberae*: раньше оно стояло в мужском, а не женском роде. Таксон позже был признан сомнительным, а в 2020 году А. В. Лопатиным и А. О. Аверьяновым было опубликовано переписание находок, и динозавр получил новое родовое название — *Riabininohadros*.

2) Японозавр сахалинский

В 1934 году, когда часть Сахалина была японской, рабочие при строительстве больницы нашли в котловане кости динозавра. Японский палеонтолог Нагао Такуми определил, что это кости утконосного динозавра. Было найдено около 60 процентов скелета. Животное назвали *Nipponosaurus sachalinensis* — японозавр сахалинский. До сих пор это единственные остатки динозавров, найденные на Сахалине.

3) Керберозавр Манакина

В 1984 году палеонтолог Ю. Л. Болотский начал масштабные раскопки на холме на окраине города Благовещенка. Некоторые кости принадлежали плоскоголовому гадрозавру, которого описали как *Kerberosaurus manakini*. Их кости единичны, в отличие от остатков шлемоголовых амурозавров.

4) Кундуросавр Нагорного

Открыл и первым исследовал местонахождение в 1990 году геолог В. А. Нагорный, сотрудник Дальневосточного научно-исследовательского института минерального сырья в Хабаровске. С 1998 года Ю. Л. Болотский возглавил масштабные раскопки на местонахождении, к которым в 1999 году присоединился палеонтолог из Королевского бельгийского института естественных наук (Брюссель) П. Годефруа. На местонахождении Кундур среди многочисленных остатков орнитомимидов удалось найти только несколько костей других динозавров. Самые интересные — фрагмент черепа, рассеянный на площади в полтора квадратных метра. В 2012 году находку удалось описать как новый род *Kundurosaurus nagornyi*.

ДИНОЗАВРЫ РОССИИ

Птицетазовые

Орнитоподы

Гадрозавриды

Анкилополлексии

Riabininohadros weberae
(Riabinin, 1945) Lopatin & Averianov, 2020

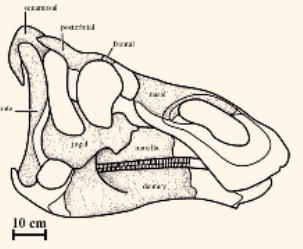
Ламбеозаврины

Nipponosaurus sachalinensis
Nagao, 1936

Kerberosaurus manakini
Bolotsky & Godefroit, 2004

Kundurosaurus nagornyi
Godefroit et al., 2012

Череп кундуросавра



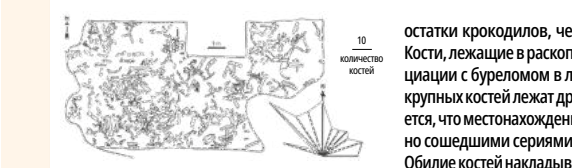
АМУРОЗАВР РЯБИНИНА

Назван в честь реки Амур и палеонтолога Анатолия Рябина, первым в России начавшего изучать динозавров.

Поздний мел, маастрихт
(66 млн л н)

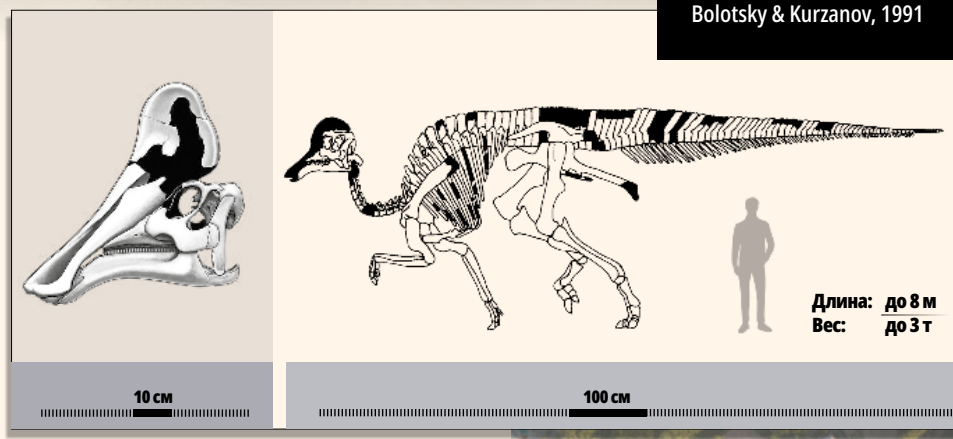


Это интересно:



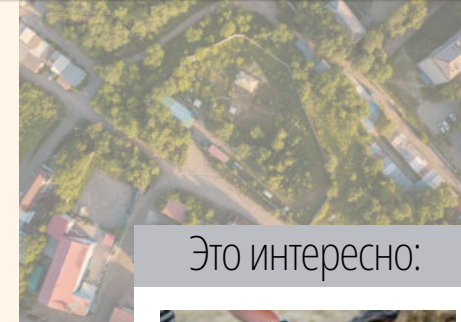
Благовещенское местонахождение по праву называют «кладбищем динозавров» (по такому названию его можно даже найти на «Яндекс картах»).

Здесь были найдены остатки гадрозавров, хищных динозавров (тираннозаврид, дромеозаврид и троодонтид), а также фрагментарные



История открытия. Первые остатки из окрестностей в будущем знаменитого Благовещенского местонахождения были найдены еще в 1940-х годах — местные собирали ископаемые кости из окрестностей и приносили их в краеведческий музей. Первые полноценные раскопки были начаты только в конце 1980-х годов Ю. Л. Болотским. Большинство остатков принадлежали новому роду — амурозавру, описанному Ю. Л. Болотским и С. М. Курзановым в 1991 году.

Особенности строения: как и другие гадрозавры, имел «утиный» клюв (поэтому их еще называют утконосыми динозаврами), многочисленные стирающиеся по верхнему краю зубы, организованные в несколько десятков вертикальных рядов (зубные батареи). На голове располагался округлый гребень с полыми каналами внутри, назначение которого не до конца ясно. К наиболее вероятным функциям относят половую дифференциацию, использование в качестве гипертрофированного обонятельного органа или резонатора, чтобы издавать грубые звуки. Кисти амурозавра были четырехпалыми, а стопы трехпалыми с концевыми фалангами коптыообразной формы.



Благовещенское «кладбище динозавров» — единственное в нашей стране местонахождение с остатками динозавров, находящееся в черте города. Именно поэтому на местонахождении очень удобно работать и доставлять найденные кости в лабораторию. Однако существенной проблемой являются дожди, после которых вода в раскопе может подняться и даже затопить все кости. Естественно, в таком случае о пропитывании костей клеем и их извлечении и речи быть не может. В этом случае воду приходится откачивать, а процесс просушивания можно ускорить при помощи паяльной лампы.

ДИНОЗАВРЫ РОССИИ

Птицетазовые

Тиреофоры

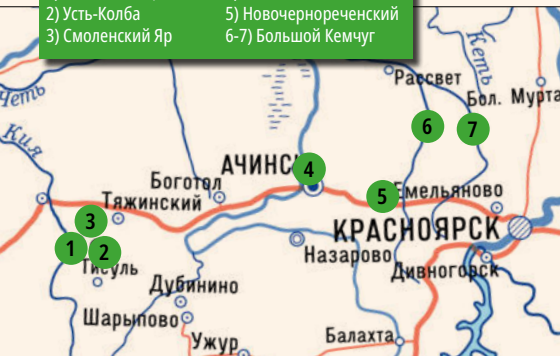
Стегозавриды

СТЕГОЗАВРИДЫ

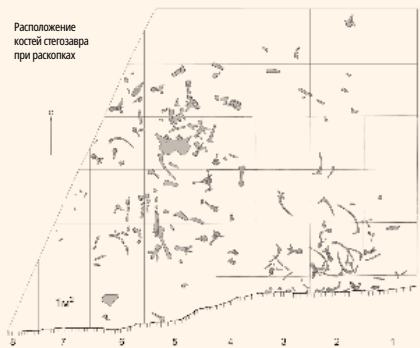
От древнегреч. «крышешер».

Поздняя юра – ранний мел

Красноярский край:
1) Шестаково 1, 3
2) Усть-Колба
3) Смоленский Яр
4) Большой Илек
5) Новочерноярский
6-7) Большой Кемчуг



Особенности строения: обладали относительно маленькой и вытянутой головой. Зубы мелкие, расположенные в один ряд. В передней части челюстей зубы отсутствуют, и на их месте образуется узкий роговой клюв. Передние конечности довольно короткие, поэтому плечевой пояс ниже таза. Конечности массивные, колонноподобные. В основном перемещались на четырех ногах, но могли вставать на задние конечности, чтобы достать до листвы на деревьях. Тела стегозавров защищали параллельные ряды высоких пластин (от 17 до 22 штук), достигавших 60 см в высоту и столько же в ширину, и шипы на хвосте (тагомайзер), достигавшие 90 см в длину.

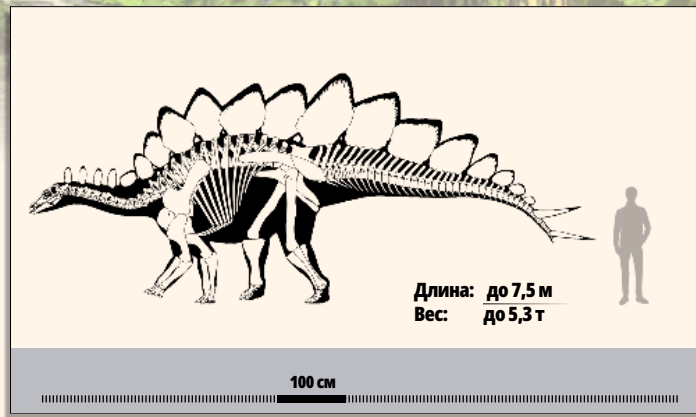


Расположение костей стегозавра при раскопках

Интересный факт:



Фрагментарный скелет стегозавра (собиран из остатков разных особей стегозавров) в 2014 году в ходе интернет-голосования получил шуточное прозвище ЮраШка в честь юрского периода и Шарыповского района Красноярского края, где его и нашли.



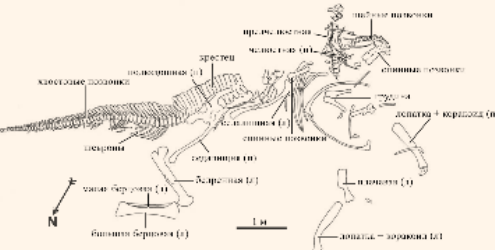
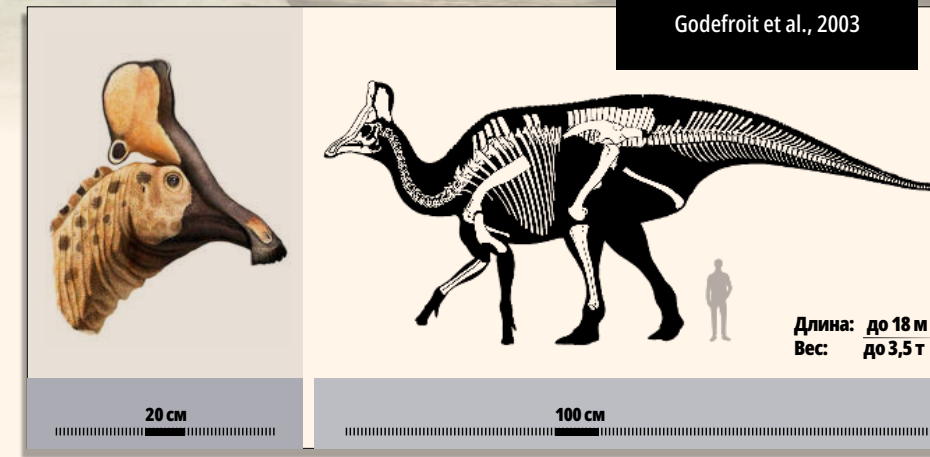
ОЛОРОТИТАН АРХАРСКИЙ

Название переводится как «гигантский лебедь из Архары». Родовое имя дано за длинную шею животного, а видовое — в честь Архаринского района Амурской области, где был найден скелет животного.

Поздний мел, маастрихт
(66 млн л. н.)



Особенности строения: гадрозавры имеют достаточно однотипное строение, и основные отличия касаются черепа. Олоротитан был одним из самых крупных представителей семейства, от своих ближайших родственников отличался большим количеством шейных позвонков (18 против 15). Гребень олоротитана имел веерообразную форму с небольшим вентральным отростком. Гребень имел внутри сложную систему каналов и, по всей видимости, мог использоваться в качестве резонатора. Вдоль хвоста олоротитана проходили окостеневшие сухожилия, ограничивающие подвижность хвоста, правда, это могло быть связано с патологическими изменениями.



Расположение костей олоротитана при раскопках

История открытия. Первые кости скелета нашел сын палеонтолога Ю. Л. Болотского Иван (в честь которого динозавра назвали Ванюшей) на местонахождении Кундур (Амурская область) в 1999 году. Три полевых сезона извлекали его из породы силами сотрудников Института геологии и природопользования Дальневосточного отделения РАН, Палеонтологического института РАН и Королевского бельгийского института естественных наук. В 2003 году его описали как новый род *Olorosaurus arharensis*.

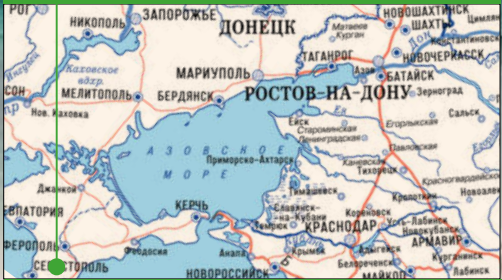
Это интересно:

У скелета Ванюши имеется масса прижизненных и, вероятно, посмертных травм.

В нескольких местах поврежден позвоночник, также неправильно срослись таранная и пяточная кости с большой и малой берцовой, в скелете застрял чужой зуб. Кости черепа немного сместились, лобная была прокушена каким-то крупным хищником, а также была сломана челюсть. Вероятно, животное болело раком — на скелете ученые нашли несколько злокачественных опухолей.

Поздний мел
(86–66 млн л н)

1) Республика Крым: Бахчисарайский район, гора Беш-Кош



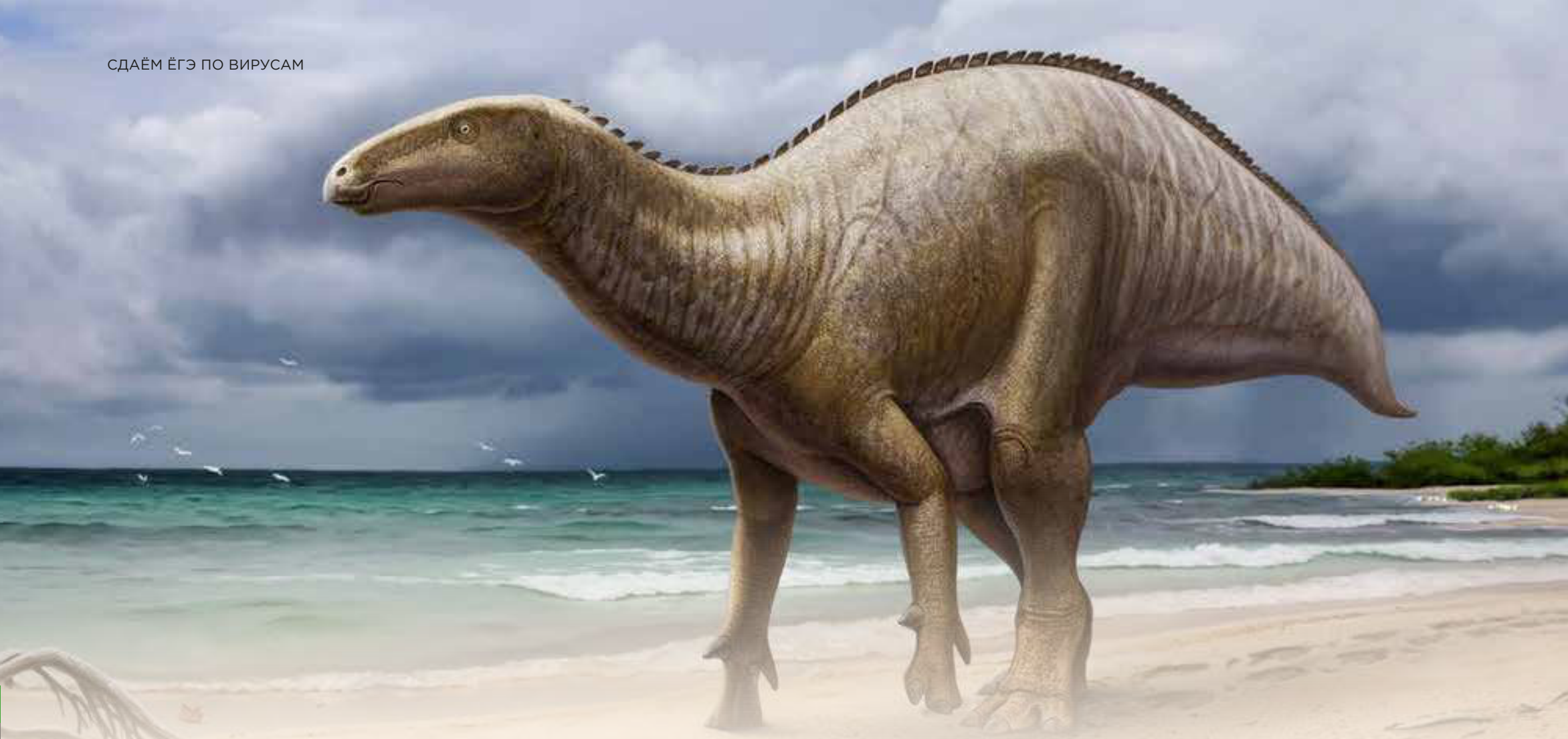
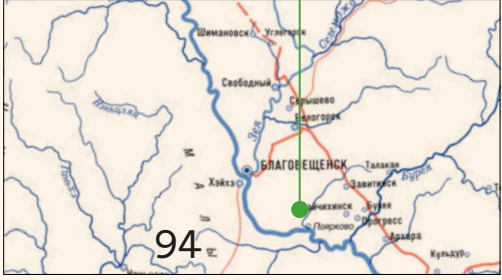
2) Сахалинская область: Южно-Сахалинск, Синегорск



3) Амурская область: Благовещенск



4) Амурская область: Архаринский район, Кундур



1) Длина: неизвестна
Вес: неизвестен

ОРНИТОПОДЫ

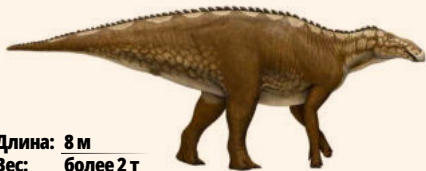
1) Рябининогоадрос
Рябининогоадрос был впервые описан по неполному скелету задней конечности А. Н. Рябиным в 1945 году и назван *Orthomerus weberi* в честь Гертруды Вебер, которая нашла остатки в 1934 году в окрестностях Бахчисарая. В 1995 году палеонтолог Л. Несов исправил видовое название на *weberae*: раньше оно стояло в мужском, а не женском роде. Таксон позже был признан сомнительным, а в 2020 году А. В. Лопатиным и А. О. Аверьяновым было опубликовано переписание находок, и динозавр получил новое родовое название — *Riabininohadros*.



2) Длина: 4 м
Вес: неизвестен

2) Японозавр сахалинский
В 1934 году, когда часть Сахалина была японской, рабочие при строительстве больницы нашли в котловане кости динозавра. Японский палеонтолог Нагао Такуми определил, что это кости утконосного динозавра. Было найдено около 60 процентов скелета. Животное назвали *Nipponosaurus sachalinensis* — японозавр сахалинский. До сих пор это единственные остатки динозавров, найденные на Сахалине.

Буквально «ящерица из Японии», видовой эпитет дан в честь о. Сахалин, где был обнаружен скелет



3) Длина: 8 м
Вес: более 2 т

3) Керберозавр Манакина
В 1984 году палеонтолог Ю. Л. Болотский начал масштабные раскопки на холме на окраине города Благовещенска. Некоторые кости принадлежали плоскоголовому гадрозавру, которого описали как *Kerberosaurus manakini*. Их кости единичны, в отличие от остатков шлемоголовых амурозавров.



4) Длина: 7 м
Вес: 2 т

4) Кундурозавр Нагорного
Открыл и первым исследовал местонахождение в 1990 году геолог В. А. Нагорный, сотрудник Дальневосточного научно-исследовательского института минерального сырья в Хабаровске. С 1998 года Ю. Л. Болотский возглавил масштабные раскопки на местонахождении, к которым в 1999 году присоединился палеонтолог из Королевского бельгийского института естественных наук (Брюссель) П. Гodefруа. На местонахождении Кундур среди многочисленных остатков олоротитанов удалось найти только несколько костей других динозавров. Самые интересные — фрагмент черепа, рассеянный на площади в полтора квадратных метра. В 2012 году находку удалось описать как новый род *Kundurosaurus nagornyi*.

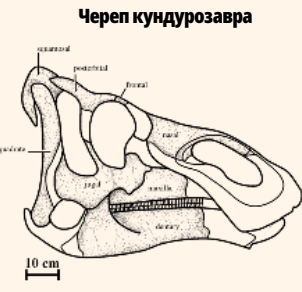
В честь села Кундур, в окрестностях которого он был найден и геолога В.А. Нагорного, открывшего местонахождение.

© photocredit

Птицетазовые
Орнитоподы
Гадрозавриды

Анкилополлексии
Riabininohadros weberae
(Riabinin, 1945) Lopatin & Averianov, 2020

Ламбеозаврины
Nipponosaurus sachalinensis
Nagao, 1936
Kerberosaurus manakini
Bolotsky & Godefroit, 2004
Kundurosaurus nagornyi
Godefroit et al., 2012

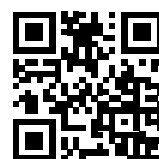


Подписывайтесь на «КОТА»!



«Кот Шрёдингера» — один из лучших научно-популярных журналов страны, планеты, Солнечной системы, да что там — Галактики! По крайней мере, нам так кажется. Если вы согласны, подписывайтесь на «Кота».

Всё самое интересное впереди!



НАУЧНАЯ ЁЛКА

для детей и взрослых

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

декабрь
январь
2025/26



при поддержке

НАУКА O+

Готовься удивляться!

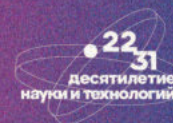


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МГУ 270
1755 2025



МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ФЕСТИВАЛЬ
НАУКА 0+



OPEN SCIENCE WEEK

BRICS SCIENCE+

АССОЦИАЦИЯ ОРГАНИЗАТОРОВ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ



POPULAR.
FESTIVALNAUKI.RU

ЕСТЬ ИДЕЯ?
ДАЙТЕ ЕЙ СТАРТ!