



Научно-популярный
журнал kot.sh



Издаётся при поддержке
Минобрнауки России



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
М.В.ЛОМОНОСОВА

NAUKA 
ВСЕРОССИЙСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ

КОТ ШРЁДИНГЕРА

#4(49)



Счастье для всех... Даром?



Где находится
Северный полюс

Переключая
каналы Вселенной

Топ-5 лучших
фараонов



Сдаём ЕГЭ по мультфильмам



ПОСТУПАЙ
ПРАВИЛЬНО



ЦЕНТРАЛЬНАЯ ПРИЕМНАЯ КОМИССИЯ МГУ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА: openday.msu.ru



Журнал «Кот Шрёдингера»
№ 4 (49) 2021 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 регистрации:
СМИ ПИ № ФС77-59228
от 4 сентября 2014 г. выдано
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых комму-
никаций.
Для читателей старше 12 лет

Издаётся при поддержке
Минобрнауки России.
Партнёр проекта
АНО «Национальные приоритеты»

Главный редактор: Виталий Лейбин
Шеф-редактор: Григорий Тарасевич
Заместители главного редактора:
Андрей Константинов, Никита
Лавренов
Выпускающий редактор:
Мария Кисовская
Корректор: Ольга Готлиб
Директор фотослужбы: Валерий
Дзялошинский
Арт-директор: Маша Норкина
Дизайнеры: Сергей Кузурин,
Ксения Малкова
Технический редактор:
Ирина Круглова
Препресс: Владимир Котов,
Константин Кудрявцев
Макет: Данила Шорох
Дизайн котов: Евгений Ильин
Директор по развитию «КШ»:
Варвара Фуфаева
Координатор образовательных
программ: Ирина Моисеева
Интернет-редактор:
Александр Колодочка

А вообще над номером работало
много хороших людей, за что
мы им очень благодарны.
При создании этого номера
ни один кот не пострадал.

Образовательная программа «Кота
Шрёдингера» реализуется при
поддержке Фонда президентских
грантов.



Перепечатка материалов
невозможна без письменного
разрешения редакции.
При цитировании ссылка
на журнал «Кот Шрёдингера»
обязательна.

© ООО «Дирекция Фестиваля
науки», 2021

Обложка: Bibadash /
Shutterstock

• Муррр, коллеги!

Главная тема этого номера — счастье. Только не говорите, что тема эта совсем не научная. Не зря герой братьев Стругацких на вопрос, чем занимаются в НИИЧАВО, отвечал: «Как и вся наука, счастьем человеческим».

Счастье можно измерять — как измеряют движение материковых плит, накопление мутаций, орбиту Плутона. Ну да, измерения будут менее точными. Так и объект куда сложнее! Ведь что такое счастье? Это элементарные частицы, которые образовали молекулы, из которых получились клетки, которые сформировали организмы, которые создали цивилизацию, в которой существует каждый конкретный мозг, который переживает разные состояния, одно из которых может быть квалифицировано как счастье. Сложность в седьмой степени!

В том-то и величие науки, что она может изучать такие сложные вещи. А ещё сила человеческого (равно как и кошачьего) ума в том, что он способен не только понимать столь хитрые субстанции, но и управлять ими. Я верю, что наш совместный разум поможет сделать этот мир более счастливым.



Содержание

4 ▶ Наука и университеты

Дофамин для северян, ископаемая рысь и другие новости науки

6 ▶ Простая вещь

Пыль

8 ▶ Организм номера

Ехидна: пожалуй, самый странный зверь!

10 ▶ Репортаж

Где находится Северный полюс

30 ▶ Тема номера

Счастье для всех... Даром?

40 ▶ Законы природы

Почему мы смеёмся от щекотки?
Умная колонка от профессора
Жанны Резниковой

Переключая каналы Вселенной

Динозавры нашего времени

66 ▶ Технологии

Прокатиться на колеснице, как
4000 лет назад. Умная колонка
от археолога Ивана Семьяна

Ядерный second hand. Российские
атомщики осваивают ресайклинг
ядерного топлива

74 ▶ Homo sapiens

Топ-5 самых могущественных
фараонов

Топ-10 древнерусских текстов,
которые стоит прочитать в XXI веке

90 ▶ Своими руками

Порошок из памперсов: не только
впитывает, но и опресняет

92 ▶ Своими мозгами

Сдаём ЕГЭ по мультфильмам



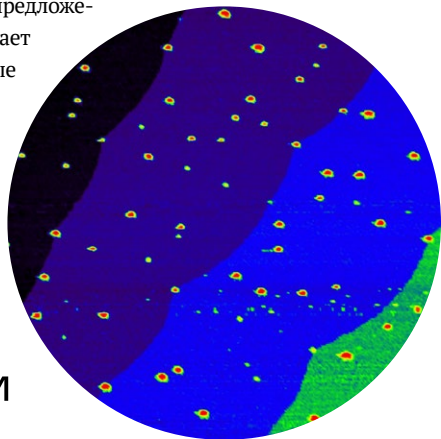


Дофамин для северян, ископаемая рысь и экологичная горелка

Новости от Министерства науки и высшего образования РФ и портала годнауки.рф

Найти лекарство как слово

Учёные физфака МГУ разработали систему искусственного интеллекта для получения новых лекарств. Модель создана на основе нейросети современного типа («трансформер»), которая изначально предназначалась для работы с языком — например, для угадывания пропущенного слова в предложении. Модель подбирает новые лекарственные формулы как недостающий текст к контексту белка-мишени.



Память без батареи

Учёные МИФИ и Рязанского государственного радиотехнического университета синтезировали пористые плёнки, состоящие из кристаллов SrTiO_3 — вещества, необходимого для создания новых оптоэлектронных и сверхвысокочастотных устройств и элементов энергонезависимой памяти.

Тест на шизофрению

Специалисты Томского национального исследовательского медцентра нашли комплекс молекулярно-генетических маркеров шизофрении для ранней диагностики болезни.

Рачков больше, чем вы думали

Учёные Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН совместно с коллегами выделили 12 новых генетических групп ветвистых рачков рода *Alonella*. Это означает, что генетическое разнообразие водоёмов гораздо больше, чем было принято думать.

Где римляне спрятали украшения

Археологи из Института истории материальной культуры РАН и Эрмитажа нашли на территории бывшего южного пригорода Херсонеса ювелирные украшения римской эпохи в некрополе, вырубленном прямо в скале.

Мобильник увидит опасные примеси

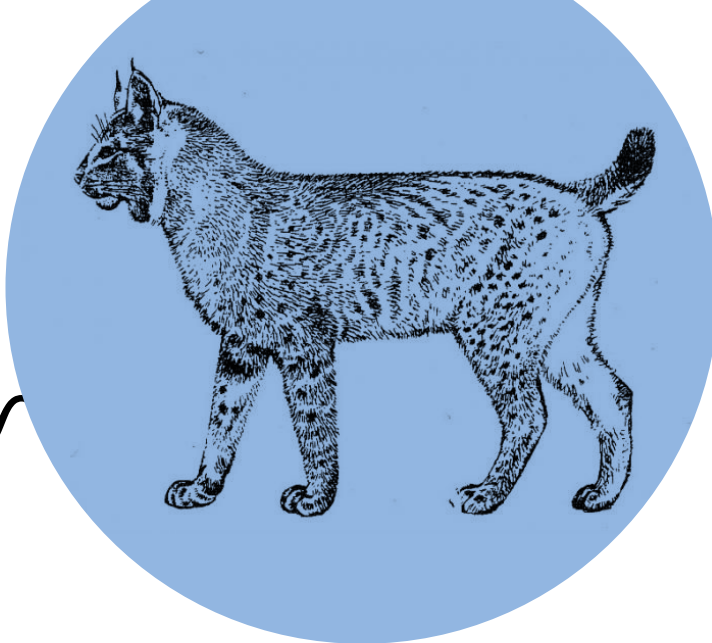
Нижегородские учёные из НОЦ «Техноплатформа 2035» создали портативный волоконно-оптический спектральный сенсор, способный определить состав любой смеси: жидкой, порошковой или газообразной. Его можно будет встроить в каждый мобильник.

Сжечь масло без дыма

Сотрудники Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН разработали и испытали новую экологичную горелку, которая позволяет утилизировать отработанные жидкие горючие отходы с низким выбросом оксида углерода и оксида азота. Получаемое тепло можно использовать для обогрева помещений.

Дайте северянам дофамин!

Учёные Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики УО РАН доказали стимулирующее влияние гормона дофамина на щитовидную железу у северян. Это позволит диагностировать и предотвращать развитие патологий у представителей северных народов.



Автобус для жизни в Арктике

Специалисты Уральского НОЦ завершают разработку арктического автобуса, который сможет работать при температуре -50°C и ниже. В автобусе есть жилой модуль, оснащённый системами автономного жизнеобеспечения пассажиров в аварийных ситуациях. Он может держаться на воде в течение часа и преодолевать бездорожье. Серийный выпуск автобусов начнётся в 2024 году на заводе «Урал».

Знакомьтесь, исуарская рысь из Крыма

Крымские палеонтологи описали останки двух особей исуарской рыси, найденных в пещере Таврида. Они жили в эпоху раннего плейстоцена — около 1,8–1,5 млн лет назад. Исуарская рысь имела более тяжёлое телосложение, нежели современные рыси, крупную голову, удлинённую шею и короткие лапы.

Редкоземельная чувствительная бумага

Учёные Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН впервые синтезировали и описали новые соединения — соли редкоземельных элементов и молочной кислоты. Эти вещества могут образовывать гели и тончайшие листы «бумаги», что удобно для создания тестов на органику.

Пузырьки кальция для памяти

Профессор Пермского государственного национального исследовательского университета Эдуард Коркотян и аспирантка Лилия Кушнирева в составе международной исследовательской группы описали новый механизм формирования памяти в мозге — кальциевые наноцистерны в синапсах нервных клеток. Это открытие позволит лучше понять механизмы работы нейронов и в будущем смягчать симптомы болезни Альцгеймера.

Автомобили для дафний

В излучине Волги между Тольятти и Самарой учёные Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН и Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН обнаружили популяцию рачков-дафний с генетическими следами вида, обитающего только на Дальнем Востоке. Микроорганизмы могли пересечь всю Россию на колёсах автомобилей.

Инфаркты можно предотвращать

Снизить риск инфарктов и ишемического инсульта можно корректируя уровень альбумина, связывающего кальций. Исследователи из НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (участник НОЦ «Кузбасс») нашли важнейший механизм предотвращения болезней кровеносной системы.



Кремль полон неизвестными сокровищами

Сотрудники Института археологии РАН нашли на территории Большого сквера в Кремле остатки городских усадеб XIV — первой половины XVI века и около 400 предметов того времени.

Простые вещи

Пыль

✎ Григорий Тарасевич ^

Университетский субботник. Студенты разных факультетов собрались вокруг лавочки — отдохнуть. Нечаянный взмах метлы... Все зажмурились, кто-то расчихался, а кто-то и рассердился: аккуратнее, люди вокруг!

Химик

Нарочно поднимать пыль, конечно, плохая идея. Но не такая ужасная, как кажется на первый взгляд. Всё-таки 70% городской пыли — это обыкновенный песок, то есть двуокись кремния, SiO_2 , и всякие силикаты вроде $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$, $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$, $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ и прочих невинных штук. Остальное — частички почвы, стройматериалов (больше всего цемента), пластик, резина от автомобильных шин и — аллергии, конечно, в курсе — пыльца и грибные споры.

Медик

Скажете тоже! Пыль — опасная штука. Особенно самые мелкие частички, $\text{PM}_{2,5}$, — это настоящий кошмар. Они, может быть, вреднее самых вредных газов. Диаметр у них от 2,5 до 10 микрон, на срезе волоса таких поместится целая горсть. Самые противные — частички сажи: уголь, как известно, хорошо впитывает (поэтому мы пьём его, когда чем-нибудь отравимся), и крошечные частицы угля в воздухе обрастают всякой дрянью. Соединениями тяжёлых металлов, серы, азота... А из-за того что частички $\text{PM}_{2,5}$ такие мелкие, они проникают в лёгкие. И мы ими дышим — целый день, каждый день. Один художник сто дней собирал промышленными пылесосами пекинский воздух и из того, что собрал, сделал... кирпич. Говорят, такое же количество пыли ежедневно вдыхают 62 жителя Пекина.

За 10 лет вес обыкновенного матраса увеличивается на 15% за счёт отмершей кожи, живых и мёртвых клещей и того, что они выделяют

Почвовед

А вот не надо нарушать почвенные горизонты, тогда и пыли меньше будет! Перекапывают всё в городах — грязь столбом стоит, ничто её не удерживает. Пойдите посмотрите в поле или в лес, там ни грязи, ни пыли — растения всё держат. А листья опавшие! Опали они, значит, грибы тонкими гифами сшили всё аккуратненько — почва под защитой. Так нет, норовят и листву убрать, и газон разворошить. Поэтому у вас в городе пыль да грязь.

Географ

Вас послушать, так пыль — это что-то исключительно гадкое. А она, между прочим, противодействует глобальному потеплению. Отражает и рассеивает солнечные лучи в верхних и средних слоях атмосферы...

Эколог

Да-да, есть глобальный круговорот пыли, и немаленький: каждый год ветер поднимает два миллиарда тонн этого добра. Человечество столько же стали производит... Четвёртая часть пыли оседает в океане и подкармливает водоросли соединениями железа. Его остро не хватает в северной и экваториальной частях Тихого океана и у берегов Антарктиды. Эти места богаты питательными веществами, но хлорофилла в них вырабатывается до смешного мало из-за нехватки железа. А пыль приносит его, и водоросли размножаются, фотосинтез идёт, углекислый газ уходит, а кислород — наоборот. Так что не стоит демонизировать пыль!

Астроном

Из этих двух миллиардов тонн совсем чуть-чуть, около 40 тысяч, приходит из космоса с мелкими метеоритами. Согласитесь, приятно думать, что, может быть, нам в глаза сейчас попало немного метеоритного крошева. А вообще планета летит через облако пыли. Его иногда называют зодиакальным, потому что оно лежит вдоль эклиптики — круга, по которому происходит видимое с Земли годичное движение Солнца, — а эклиптику раньше именовали зодиаком. Видели когда-нибудь рассвет на экваторе? Там перед самым восходом на горизонте появляется светящийся треугольник —

это солнечный свет рассеивается на зодиакальной пыли.

Астрофизик

А ведь у нас есть образцы не то что межпланетной — межзвёздной пыли. Правда, так мало, что можно по отдельным пылинкам пересчитать: всего около миллиона. Американский аппарат Stardust летал в космос и оставил там эдакий пылесборник из аэрогеля — ультралёгкого пористого материала. Спустя какое-то время капсулу с пойманными частицами отправили обратно на Землю. Среди трофеев обнаружили даже органические молекулы, которые у нас в состав нефти входят.

Биолог

Ну, может, какая-то органика в космической пыли и есть, зато земная пыль в прямом смысле слова обитаема. Я о домашней пыли: она наполовину состоит из мёртвых клеток кожи, которые сыплются с нас в огромных количествах. На них живут и ими же питаются орды пылевых клещей. Они микроскопические, но их по-настоящему много: за 10 лет вес обыкновенного матраса увеличивается на 15% за счёт отмершей кожи, живых и мёртвых клещей и того, что они выделяют. Это, конечно, неприятная мысль, поэтому я пылесосу свой матрас. Не хочу соседства.

Второй биолог

От таких соседей всё равно никуда не деться, сколько ни убирайся. Весь земной шар окутан облаком бактерий, архей, грибов, спор, пыльцы, и ветер носит его с континента на континент. В испанских озёрах находят бактерии родом из Африки, а на крышах японских небоскрёбов — микроскопических обитателей пустынных областей Китая. Бактерии — они космополиты, национальных границ не признают... А может, и планетарных. Пыль поднимается высоко, на МКС находили бактерии. Так что, может быть, пыль и её обитатели бороздят просторы Вселенной. И иногда — чем чёрт не шутит — находят себе новый дом... Впрочем, науке ещё предстоит найти этому доказательства. ^ _ ^

Организм номера

Пожалуй, самый странный зверь

✎ Анастасия Шартогашева ^

Если вы хотите заглянуть в прошлое, стоит обратиться к живым ископаемым — случайно сохранившимся осколкам некогда обширных родов и семейств живых существ. Мечтаете узнать, как выглядели леса в конце палеозоя? Отправляйтесь за хвощом. А если вы задались целью узнать, как выглядели начинающие млекопитающие, вам стоит познакомиться с ехидной.



Ехидна, из семейства ехидновых, куда входят четыре вида.

Обитает в Австралии и Новой Гвинее.

Весит до 3 кг, размером с кошку.

Покрывается шерстью и иголками.

Питается муравьями, термитами, червями и личинками.

Как выглядели первые животные, которые начали кормить детёнышей молоком, точно никто не знает: млекопитающие появились примерно 250 миллионов лет назад и с тех пор сильно изменились. Некоторое представление о том, как выглядели их первые представители, даёт австралийский зверь ехидна. Предки ехидн (и утконосов) отделились от общей линии млекопитающих в самом начале их истории, 187 миллионов лет назад.

Что можно понять о древних млекопитающих, глядя на ехидну? Хотя бы то, что кормление молоком стало получаться у них не сразу. По крайней мере, не сразу появились удобные трубочки для доставки молока от молочной железы в рот детёныша: у большинства млекопитающих они есть, а у ехидны нет. Молоко просто просачивается сквозь кожу на животе, а ехидненок его слизывает. Это не очень гигиенично, но молоко ехидны содержит вещества с сильным антибактериальным действием.

Хочешь жить — умей остыть

В Австралии вообще много удивительного. Кроме ехидн там обитают и их ближайшие родственники — утконосы, которые выглядят так странно, что европейские учёные, впервые увидев присланное из Австралии чучело, подумали, что это розыгрыш. По-видимому, общий предок ехидны и утконоса выглядел скорее как утконос и жил в воде. Всего несколько десятков миллионов лет назад ехидны вышли на сушу и стали такими, какими мы знаем их сейчас.

По дороге они приобрели несколько занятных черт: например, замедлили метаболизм и снизили температуру тела — она у них одна из самых низких среди млекопитающих и в среднем ниже, чем у утконосов. Некоторые учёные считают, что низкая температура тела — секрет долголетия ехидн. В неволе они доживают до 50 лет, а их горячие родственники утконосы редко встречают восемнадцатый день рождения.

Любовь к прохладе спасает ехидн и от частого в Австралии бедствия — лесных пожаров. Эти животные неторопливы и не могут убежать от огня; вместо этого они зарываются в землю и ждут, пока пламя не стихнет. Иногда у них оплавляются иголки, но это не страшно: иглы у ехидн состоят, как наши волосы и ногти, из кератина и нечувствительны к боли — к тому же быстро отрастают.

Яйцо, плацента или сумка? Всё сразу!

С точки зрения эволюционного биолога ехидны выглядят так, как будто они вслепую тянули фанты из мешка с полезными приспособлениями. Интереснее всего получилось с размножением: ехидны собрали столько разных вариантов, что хватило бы на несколько классов животных. Они и откладывают яйца, и кормят зародыш через плаценту, и сумку отращивают, и молоком питают, и гнездо строят, и о потомстве заботятся.

Детёныш ехидны начинает жизнь в яйце, внутри материнского организма. Скорлупа у яйца мягкая, кожистая и пористая, через неё легко проходят питательные вещества. Однако первое время яйцо сообщается с материнским организмом не только через скорлупу, но и через примитивную плаценту.

Когда яйцо вырастает до двух-трёх сантиметров в длину, самка откладывает его — но не в гнездо, а в сумку на животе. Детёныш взрезает мягкую стенку яйца специальным роговым выступом на клюве (такие же есть у птиц и змей), освобождается, но он ещё слеп и беззащитен, поэтому остаётся в материнской сумке, пока не начнут расти иголки. Колючего детёныша ехидна переселяет в гнездо или нору и продолжает заботиться о нём, пока тот не окрепнет. Весь процесс сильно отличается и от птичьего, и от змеиного, и даже от утконося: те откладывают яйца сразу в нору и насиживают их, свернувшись клубком вокруг кладки, на манер мохнатого дракона.

Загадка электрического клюва

На клюве у ехидн и утконосов есть клетки, которые воспринимают колебания электромагнитного поля и передают сигнал в мозг. Они называются электрорецепторами. Для наземных животных электрические органы чувств — большая редкость: они есть только у ехидн, пчёл и тараканов. Электрорецепция гораздо более популярна среди морских обитателей, ею пользуются многие рыбы.

Зачем ехидне электрорецепторы? Точно никто не знает; предполагается, что они используются для поиска добычи. Но в воздухе электромагнитные колебания нельзя зарегистрировать так точно, как в воде, поэтому эффективность электрического органа для охоты на земле не доказана. Вот к утконосам у учёных нет вопросов: электрические рецепторы совершенно точно помогают им охотиться в мутной воде, когда ноздри закрыты и на обоняние полагаться нельзя. Может быть, новые исследования прольют свет на загадку электрических ехидн. Недавно они научились размножаться в неволе, и теперь учёным проще с ними работать. А нам остаётся следить за новостями. ^ _ ^

ГДЕ НАХОДИТСЯ

Расщепляем атом, колем лёд, впитываем знания

Перед вами дневник взрослого участника детской программы «Ледокол знаний», которую проводит Росатом для победителей и призёров школьных олимпиад в рамках большого просветительского проекта Homo Science. Награда за труд и любознательность — морское путешествие к самой северной точке земного шара. Плюс лекции и живое общение с учёными и популяризаторами науки. Всё это на борту настоящего атомного ледокола. Кто из нас не хотел бы оказаться там и осуществить давнюю, родом из детства, мечту? У нашего автора это получилось!

✍ Наталья Фельдман, 
Информационный центр по атомной энергии (ИЦАЭ) г. Владимира
📷 Фотографии предоставлены участниками и пресс-службой проекта «Ледокол знаний. Homo Science project»

СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС



1 августа, 22:00

Пробудившийся от спячки мессенджер настойчиво требовал к себе внимания. «Только не очередной рабочий чат!» — мысленно взмолилась я, взяв в руки телефон. «Программа „Ледокол знаний“» — эти три слова были самыми неожиданными: я знала, что команда кураторов, сопровождающая детскую экспедицию на Северный полюс, уже сформирована. Но невозможное оказалось возможным: меня туда включили!



2–9 августа. В тумане

Следующая неделя пролетела мгновенно — я завершала неотложные рабочие дела, потому что нам предстояла 11-дневная экспедиция без телефонной связи и интернета. Попутно нужно было собрать медицинские справки и сдать ПЦР. Кстати говоря, прививка от коронавируса была одним из обязательных условий попадания на рейс всех взрослых участников.

— А куда вы едете, если не секрет? — спросила медсестра.

— На Северный полюс.

— Серьёзно? Так бывает? — она впервые подняла на меня глаза и даже улыбнулась.

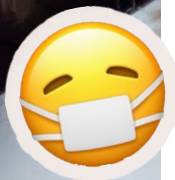




10 августа

Итак, справки и чемоданы собраны. Первый пункт назначения — Мурманск, в котором нас ждала трёхдневная обсервация.





10–13 августа. Обсервация

Просидеть больше трёх суток в одиночном гостиничном номере довольно сложно даже взрослым, не говоря уже о детях. Еду и воду нам оставляли у двери, дважды в день измеряли температуру. Чтобы ребята постепенно включались в процесс, эксперты проекта Homo Science читали им онлайн-лекции.

Ольга Подшувейт, директор филиала Музея Мирового океана в Санкт-Петербурге — «Ледокол «Красин», обогатила наш лексикон названиями поморских лодок: шняка, раньшина, коч. Именно на коче Семён Дежнёв, например, открыл Берингов пролив.

История и этнография плавно перетекали в физику. «Пока мы здесь сидим, через наши тела проходит порядка 200 частиц в секунду. Это космические лучи, — поведал доцент НИЯУ МИФИ Егор Задеба. — Но это не всё. За секунду сквозь кончик вашего пальца проходит около миллиарда нейтрино!» Космос ближе, чем мы думали... А ещё есть мюоны, которые живут две микросекунды, но за это время умудряются пролететь десятки километров. Эх, мне бы такие скорости!



14 августа. Атомный ледокол

Наконец-то! Чемоданы выставлены в коридор, а мы спускаемся пешком с 12 го этажа, мало ли какие вирусы притаились в лифте? Садимся в автобусы, едем в порт — и вот он перед нами, **атомный ледокол** «50 лет Победы»! 55 метров в высоту, почти 160 в длину, чёрный корпус и оранжево-красная надстройка, знаменитый ложкообразный нос, который легко и плавно продавливают лёд...

Поднимаемся на борт. Палубы, мостики, салоны, новые названия, неочевидные схемы передвижения — пока мы осваивались и заселялись, прозвучал протяжный, низкий, пробирающий до костей гудок, и два маленьких буксира начали оттаскивать ледокол в залив: сам он слишком мощный, чтобы стартовать от причала. Несколько сот метров — и атомход выдал практически полную скорость, 18 морских узлов.

А мы, кураторы, пошли знакомиться с детьми. Компания подобралась достаточно пёстрая, но интересная: призёры всероссийских олимпиад, финалисты просветительского проекта «Ледокол знаний», участники Росийского движения школьников и конкурса «Большая перемена». В общей сложности около 80 человек.

Атомный ледокол — это морское судно с ядерной силовой установкой, предназначенное для работы в водах, большую часть года покрытых льдами. Россия — единственная страна, которая имеет целый атомный ледокольный флот. Он обслуживает Северный морской путь и занимается исследованием Арктики.





15 августа. Экскурсия по ледоколу

7:50. Зарядка на вертолётной площадке.

Главное правило на ледоколе: когда идёшь по трапу, у тебя всегда должны быть три точки опоры. Например, две ноги и рука. Или две руки и нога. Или... В общем, варианты есть, но на практике это означает, что подобрать упражнения для зарядки на палубе не самая простая задача. Пусть даже это не трап, а горизонтальная поверхность, но качку никто не отменял. А ещё ветер! Но мы справились.

9:15. Голова и сердце атомохода. Экскурсию начали с ходового мостика.

Практически все важные приборы на ледоколе дублируются. На совершенно невероятный случай отказа электроники на ходовом мостике есть карта и линейка-транспортир, с помощью которой можно проложить курс. Рядом центральный пульт управления **атомными реакторами**. На нашем ледоколе их два.

Электричество в каютах и горячая вода — тоже результат работы реакторов, а запасы топлива в них таковы, что «50 лет Победы» может более четырёх лет провести в автономном плавании. Но обычно всё-таки рейс длится четыре месяца.

Что интересно, и капитан, и экипаж называют атомный ледокол пароходом — звучит очень уважительно и одновременно по-домашнему.

11:30. Немного космоса.

После экскурсии по ледоколу мы направляемся на лекцию физика Дмитрия Побединского, автора блога «Физика от Побединского» с миллионом подписчиков. Итак, насколько же огромна Вселенная? Как всегда, всё относительно (прав был Эйнштейн, ой как прав).

«До космоса совсем недалеко, час езды на машине, если ваша машина умеет ездить вертикально», — шутит Дмитрий, рассказывая о линии Кармана. Белку и Стрелку физик называет рок-звездами космической эры:

В активной зоне реактора происходит реакция самопроизвольного деления урана-235 или других нестабильных изотопов. Высвобождающийся нейтрон сталкивается с ядром урана-235, которое распадается на два осколка и два-три нейтрона. Кинетическая энергия разлетающихся осколков нагревает ядерное топливо. Вода первого контура, проходя через активную зону реактора, нагревается выше 300 °C и в парогенераторе передаёт тепло воде второго контура, которая превращается в пар. Получившийся пар вращает турбину, а электрогенераторы, соединённые с турбиной, вырабатывают электрический ток, который приводит в движение электромоторы и с их помощью — гребные винты.

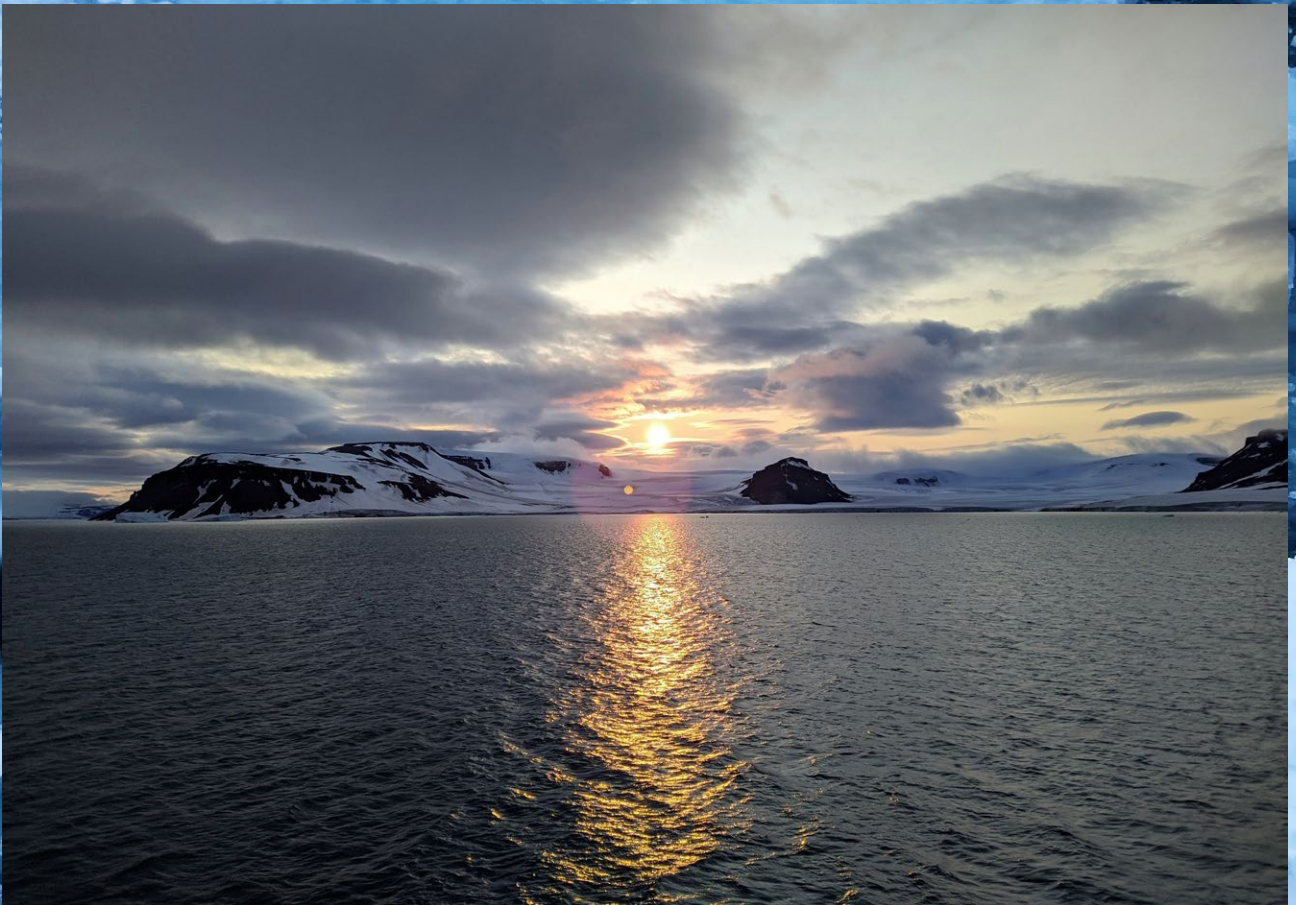


они самые известные, но не самые первые собаки-космонавты. Ещё в 1951 году суборбитальный полёт совершили Дезик и Цыган. А ещё была Лайка, которая погибла...

13:50. Обед, маски.

Жизнь без интернета. Безопасность и требования Роспотребнадзора — наше всё, поэтому четырежды в день все участники меняют медицинские маски. А как убедиться, что действительно меняют? Всё просто: утренние маски — цвета фуксии, в обед оранжевые, после полдника красные, за ужином серые. Столы в ресторане и библиотеке имеют небольшие бортики, которые удерживают посуду при качке. В каютах всё прикручено: телевизор к тумбочке, холодильник и прочая мебель — к полу.

В первый же вечер ребята всерьёз задумались, как мы, кураторы, будем держать с ними связь, когда отойдём от Мурманска и пропадёт интернет, перестанет ловить телефон. И как они узнают расписание на следующий день?! Пришлось сделать таинственное лицо и театральным шёпотом сообщить, что расписание мы будем распечатывать и вывешивать на информационной доске у ресторана. А ещё мы будем устно (!) договариваться, где и во сколько собираемся. Интересно, как они проживут десять дней без интернета и соцсетей?





16 августа. Мир без CO₂

Второй день образовательной программы начали серьёзно. Физик-ядерщик Дмитрий Горчаков проанализировал, как влияет на нашу планету парниковый эффект. Выяснилось, кстати, что даже тут не всё однозначно. Если бы не парниковый эффект, средняя температура на планете была бы не выше минус десяти по Цельсию. Холодно. Но, с другой стороны, сейчас на Земле максимальная концентрация CO₂ за последние 800 тысяч лет и максимальная средняя температура за 120 тысяч лет. А главное, природа уже не справляется с тем количеством углекислого газа, которое производит человечество, при этом главный его источник — это сжигание углеводов.

Вот атомный ледокол ничего не выбрасывает и сохраняет хрупкую арктическую природу. Как и атомные электростанции. Специалисты подсчитали, что российские АЭС за год предотвращают выброс более ста миллионов тонн CO₂. Неплохо!



И тут по корабельной связи объявили: «Дорогие друзья! Приглашаем вас одеться и выйти на палубу, чтобы увидеть небольшой айсберг, любовно изготовленный для вас Землёй Франца-Иосифа».

Айсберг действительно оказался небольшим и не снежно-белым, как я ожидала, а всех оттенков бирюзового с небольшими тёмно-коричневыми прожилками — видимо, оторвался от примыкающего к скале участка.

Ночью мы вошли в зону льдов, и началась вибрация. Временами нос ледокола ощутимо приподнимался, наползая на льдину, — он ведь не колет лёд, а продавливает его своим весом. Впрочем, глагол «ползать» ассоциируется с медленным движением, а «50 лет Победы» шёл бодро и мощно. Постепенно все, на кого напала морская болезнь, адаптировались, и единственной проблемой для меня оставался выплёскивающийся на блюдце кофе — стабилизировать чашку в руке, гася вибрацию, я так и не научилась.





17 августа. Приближаемся!

День накануне прибытия на Северный полюс выдался биологически насыщенным.

Научный сотрудник Дарвиновского музея Елена Сударикова рассказала, как мы вышли в люди. Оказывается, древнейшие приматы застали вымирание динозавров, а поумнеть нам помогли павианы, с которыми трудно было ужиться на одной территории. Вообще, лекция Лены — это сборник афоризмов на любые случаи жизни.

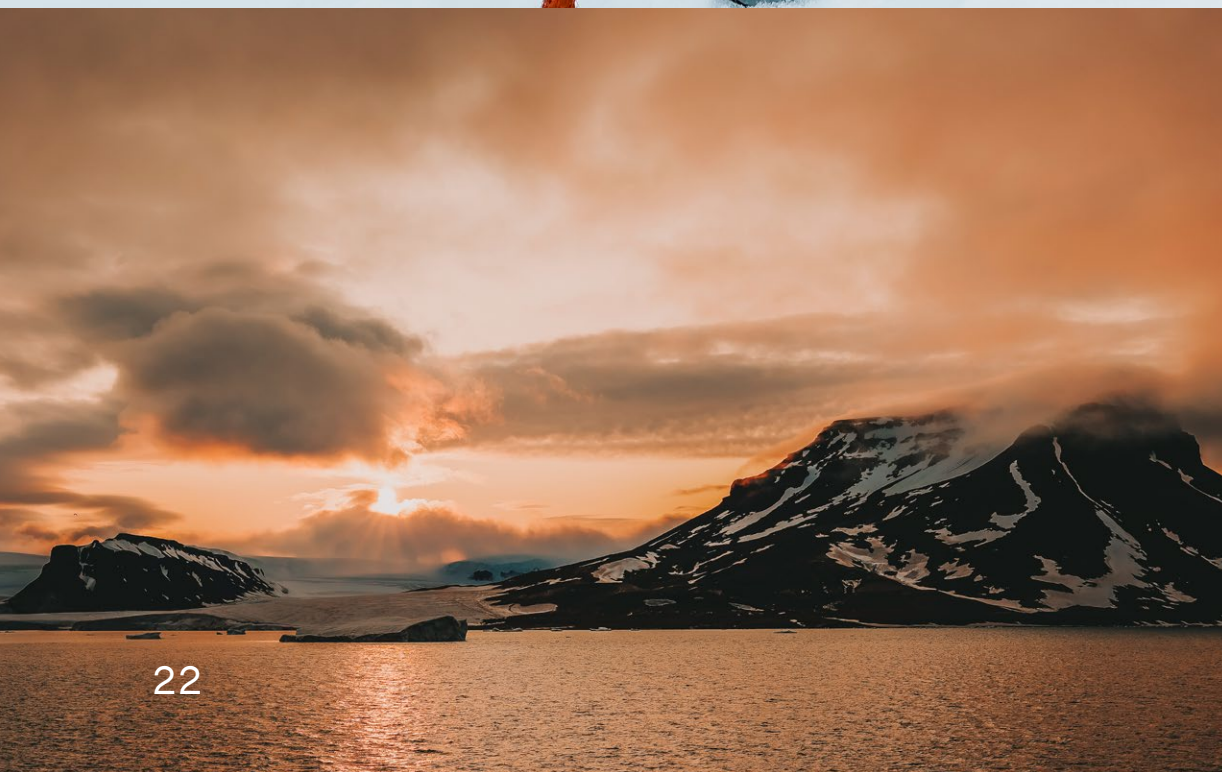
«Если ты нашёл комфортные условия, ты можешь позволить себе не эволюционировать».

«Если вы увидите какие-то странные конструкции на теле животного, значит, они привлекают внимание женского пола: нос у носачей, хвост павлинов и так далее».

«Чтобы думать сложные мысли, большой мозг не нужен. Можно иметь маленький мозг и быть сообразительным существом».









18 августа. Северный полюс

«Сегодня, в 9 часов 25 минут по внутреннему времени, мы прибыли в географическую точку Северного полюса! Поздравляю вас с этим событием!» — разнеслось по корабельной связи. Высыпавшие на палубу дети и взрослые закричали: «Ура!» Ледокол дал громкий и низкий гудок.

Пару часов мы ждали, пока специалисты проверят льдину, рядом с которой остановился атомоход. Нам повезло: она оказалась подходящей, без трещин, так что мы действительно спустились на лёд в месте схождения всех меридианов.

«Вы стоите на самой верхушке земного шара! И сейчас мы с вами совершим несколько кругосветных путешествий, пересекая все меридианы планеты», — предложил капитан, и все мы, объединившись в хоровод, закружились вокруг знака Северного полюса.

На Северном полюсе, кстати, нельзя ничего оставлять. И флагшток, на котором поднимают российский флаг, и сам знак устанавливают перед высадкой, а потом забирают. Во-первых, это бессмысленно: льдины даже здесь постоянно дрейфуют, во-вторых, это забота об экологии.

После пересечения всех меридианов мы отправились фотографироваться — «тянуть» атомоход за канат, забираться на якорь размером гораздо больше человеческого роста, обниматься со знаком Северного полюса. А я окунулась в прорубь. Было страшновато: мысль о том, что под тобой четыре километра глубины, не отпускала. Купающихся, конечно, надёжно страховали — самые отважные и морозоустойчивые проплыли 10 метров, коснулись кормы и возвратились. Меня хватило лишь на то, чтобы окунуться, держась за лестницу, но ощущения всё равно потрясающие!

Несколько часов пролетели почти мгновенно, и вот мы уже поднимаемся на борт. Хочется сказать, что стало смеркаться, но нет — на Северном полюсе полярный день. Вечером 18 августа «50 лет Победы» лёг на обратный курс.

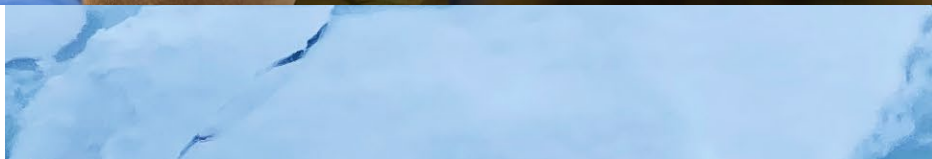




20 августа.
Земля Франца-Иосифа.
День первый

По пути в Мурманск мы познакомились с архипелагом подробнее. Многометровые толщи ледника, сползающие к воде (на некоторых видны были свежие сколы — это отплавившиеся в путь новые айсберги), невысокие горы, вершины которых прячутся в облаках, оранжево-красные закаты с золотисто-рыжей дорожкой на воде... Каждые пять минут угол обзора, а с ним и картина менялись — увести детей с палубы было невозможно.

Кстати говоря, прошло чуть больше недели без интернета, а ребята чувствовали себя прекрасно — с удовольствием разговаривали друг с другом, с кураторами и научились сами получать информацию, что, где и когда будет происходить.







21 августа. Земля Франца-Иосифа. День второй

С утра физик-блогер Дмитрий Побединский рассказал, как заполучить миллион подписчиков. Законспектировала по пунктам — вдруг пригодится?

Спойлер: ничего просто так и сразу не происходит, за любым успехом стоит нелёгкий и системный труд. Но есть несколько лайфхаков, которые помогут пройти этот путь с меньшими трудностями.

1. Нам кажется, что надо понравиться людям, которые будут смотреть наш канал, но это не совсем так. Нравиться надо алгоритмам тех ресурсов, на которых планируется выкладывать контент. Есть требования площадки, с которыми нужно считаться.
2. Для YouTube, например, это кликабельность картинки и названия в сочетании с глубиной просмотров.
3. К хорошим способам создания качественного контента относятся интервью и сторителлинг. Юмор тоже отлично работает, но не чаще одной шутки в минуту, и он должен быть уместным.
4. Из комментариев можно почерпнуть идеи для новых сюжетов.
5. Главный секрет общения с хейтерами — не обращать на них внимания. Не кормите тролля, и он уйдёт искать другую добычу!

Бухта Тихая, 12:00.

В течение дня мы несколько раз останавливались близ островов архипелага. В бухте Тихой на острове Гукера в советское время находилась полярная станция. Её самой давно уже нет, а деревянные домики стоят. Дерево хорошо сохраняется в здешнем климате. На острове Белл мы видели старейшую постройку на архипелаге — домик Смита, построенный 140 лет назад участниками экспедиции Бенджамина Ли Смита. Выглядел прочным. Строения в бухте Тихой помоложе: полярная станция была организована здесь в 1929 году — самим **Отто Шмидтом**. Сейчас бухта Тихая является частью национального заповедника «Русская Арктика», а с 2014 года в период навигации здесь открывается самое северное в мире отделение Почты России (свои письма и открытки я туда отдать не рискнула — отправила из Мурманска).

В целом деревянное жильё кажется уютным не только людям. Как нам рассказали



Припай — неподвижный ледяной покров, прочно приросший к берегу моря или океана и простирающийся на расстояние от нескольких метров до сотен километров.

на лекции, однажды приехавшие на Новую Землю полярники обнаружили, что домики заняты белыми медведями. Мишек пришлось аккуратно выселить, а постройки привести в порядок.

Птичий базар, 16:00.

Птичий базар слышно издали. Всё как на фотографиях: стоит среди моря скала, а на ней десятки сотен чаек, кайр и других птиц, которых я не распознала. Кайры, кстати, похожи на пингвинов — такие же округлые, в чёрных «фраках» и с белым животиком, но, в отличие от пингвинов, летают. Сама скала — наглядное пособие для геологов: растительности на ней почти нет, и можно изучать, как миллионы лет формировался облик Земли.

Ледокол подошёл совсем близко, и нас накрыло облаком гомона. Часть птиц, встревоженная навязанным соседством, снялась и закружилась над нами, продолжая галдеть, — видимо, выражали свой решительный протест.

Медведи, 21:00.

В бухте Эссена на **припае** слева и справа от ледокола обнаружились белые медведи. Дети с биноклями высыпали на палубу, журналисты достали фотоаппараты... Самые стойкие и любознательные взрослые, выйдя ночью на палубу (дети по ночам спали, ибо режим), обнаружили белых медведей у самого борта атомохода. У медведя в Арктике нет естественных врагов, поэтому животные подошли максимально близко. На фотографиях они получились очень милыми, но вообще это очень опасные хищники, с которыми на льдине лучше не оказываться.

Отто Юльевич Шмидт — знаменитый советский полярный исследователь, математик, географ, геофизик, астроном, один из основателей и главный редактор Большой советской энциклопедии. Его называли «арктическим академиком» — изучение северных широт было страстью Шмидта.



23 августа. Прощание

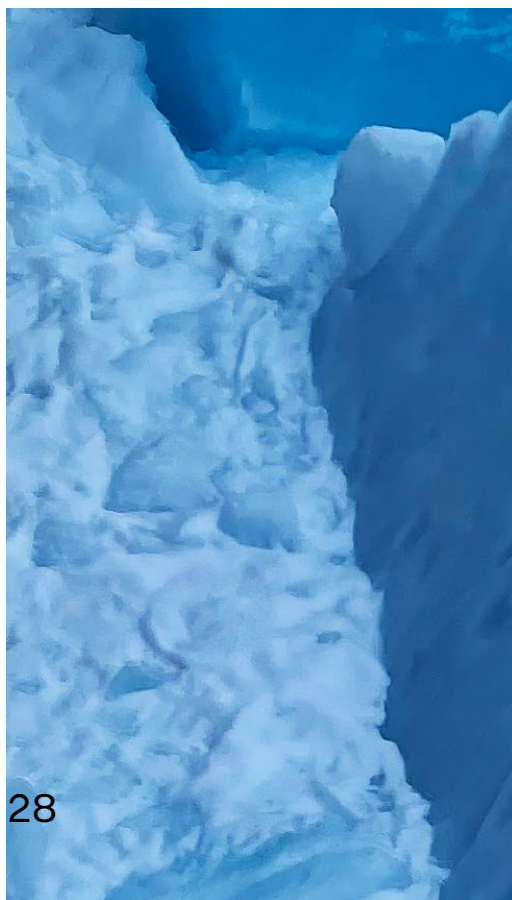
Наступил последний день. Уже вторые сутки мы шли по чистой воде. Кофе больше не убегал из чашки, вечерами темнело, и всё равно не верилось, что совсем скоро мы вернёмся к интернету, телефонным звонкам и мессенджерам.

Вечером прощались. Наверное, так происходит в каждом детском лагере — ребята говорили, как сдружились за эти 10 дней, сколько нового узнали друг о друге, насколько невероятным было путешествие.



24 августа, 07:00

Мы прибыли в Мурманск, и началась обычная жизнь.





Р. S.

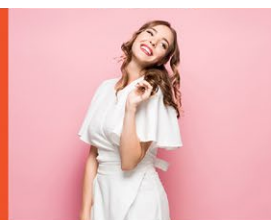
Хорошая новость для всех, кому от 13 до 17: проект «Ледокол знаний» ежегодный. Чтобы принять в нём участие, нужно мониторить новости на платформе Homo Science или в официальных пабликах проекта. Уже можно начинать! ^_^



Счастье для всех...

Даром

✎ Мария Пази



Можно ли сделать людей счастливее? Не уверены, но проектов масса. Среди них есть совсем свежие, только-только созданные цивилизацией, а есть древние, как само человечество, но каждый век приходящие в новом облике, соответствующем духу времени. Мы выбрали семь актуальных рецептов, предлагающих среди прочего прокачать счастье, и заодно посмотрели, как оценивают эффективность этих рецептов научные исследования.





1

Рецепт первый,
религиозный: «Веди себя
хорошо, ладно?»

Формула счастья: религия — консервативные предписания = социальный капитал + чувство принадлежности = счастье



Религиозные учения донесли до нас древнейшие, испытанные временем методы улучшить самоощущение человека. Вера, медитация, аскеза, послушание, служение, благоговение — всё это в конечном счёте должно привести к блаженству. И даже если оно окажется недостижимым в мире земном, то ждёт достойных в загробной вечности. Традиционные конфессии требовали ради этого соблюдать заповеди и подражать праведникам. Нью-эйдж — религиозные эксперименты нашего времени — предлагает чистить ауру, открывать чакры и расставлять мебель по фэншую.

Мы правда получаем что-либо в обмен на веру? Обзор исследований 2019 года в нескольких десятках стран подтвердил, что участие в религиозных общинах — например, посещение службы хотя бы раз в месяц — делает людей счастливее и даже увеличивает их гражданскую активность вроде голосования на выборах или благотворительности. А исследование, проведённое в Южной Корее, показало, что люди, назвавшие религию самой важной сферой жизни, счастливее тех, у кого на первом месте здоровье или достижения в работе и учёбе. Вера помогает людям справляться со стрессом, избегать депрессии и тревоги. Благодатные эффекты религиозности связаны не столько с верой, сколько с участием в общих действиях: службах, клубах, хоровом пении. Общинная жизнь способствует укреплению дружеских связей, наращиванию социального капитала, формирует чувство принадлежности. Самый большой прирост счастья мы получаем от времени, проведённого с друзьями, единомышленниками и близкими. Это правило верно даже для интровертов. Верить при этом можно во что угодно, хоть в Макаронного Монстра, но чтобы прокачать



счастье и социальный капитал, нужно участвовать в шествиях с дуршлагом на голове. Увы, у религиозности есть и тёмная сторона. Консервативные предписания традиционных религий нередко идут вразрез с требованиями разума и этики, сектанты сходят с ума в замкнутых мирах своих учений, нью-эйдж пропагандирует опасные лженаучные убеждения. А из-за споров, чья религия правильнее, регулярно происходит резня.

У них (почти) получилось!

Пастафарианство, или Церковь Летающего Макаронного Монстра, позволяет ощутить преимущества религиозности, не впадая в крайности. Вам не хватает чувства групповой принадлежности? Пожалуйста, вы можете отпраздновать со своими макаронными братьями и сёстрами Пастху (в этот день рекомендуется в обильном количестве поесть пасту) или просто Пятницу — еженедельный пастафарианский праздник. По словам приверженцев культа, он облегчает жизнь в странах, где законы защищают только права верующих. Например, даёт возможность атеистам сыграть свадьбу в отсутствие священнослужителей. Пастафарианство не соревнуется с другими религиями и не конфликтует с наукой. Не внушает страх впасть в немилость и быть наказанным Его Макароннейшей Десницей. Заповеди пастафариан не очень страшно нарушать, ведь они начинаются с уклончивого «лучше бы ты не...». Например: «Лучше бы ты не судил людей по внешнему виду, одежде или по тому, как они говорят. Веди себя хорошо, ладно?»

2

Рецепт второй, финансовый: искусство тратить

Формула счастья: высокий доход + траты на благотворительность = счастье



«За деньги счастье не купишь», — гласит пословица. «А вот и купишь!» — оспорили в 2010 году народную мудрость нобелевские лауреаты по экономике психолог Дэниел Канеман и экономист Ангус Дитон. Согласно их исследованию, удовлетворённость жизнью растёт вместе с количеством денег, пока мы не становимся очень богаты, — по данным исследования, пока доход не превысит 75 000 долларов в год. Совсем недавно, впрочем, выяснилось, что счастье не имеет финансовых границ и может расти бесконечно (в отличие от зарплаты). Но очень важно и то, как мы расходует деньги. Независимо от уровня дохода, траты на других приносят больше радости, чем

траты на себя. А страны, в которых люди больше денег жертвуют на благотворительность, занимают более высокие позиции в международных рейтингах счастья. «Выгоднее» при этом тратить деньги на людей, с которыми у вас сильные эмоциональные связи, и проекты, которые вам ближе. Поэтому, когда вы инвестируете или делаете пожертвования, стоит убедиться, что эти траты соответствуют вашим ценностям.

У них (почти) получилось!

В 2001 году онколог Бронвин Кинг встретила с представителем своего пенсионного фонда. Он объяснил, что у Бронвин есть вариант инвестирования по умолчанию, а есть — для тех, кто не хочет вкладываться в алкоголь и табачную продукцию. «Табак? Вы хотите сказать, что я поддерживаю производителей табака?» — спросила врач, лечившая людей с раком лёгких (от курения ежегодно погибают миллионы людей). Четыре из пяти первых компаний в инвестпортфеле Бронвин Кинг оказались табачными. Тогда врач создала Tobacco Free Portfolios — движение за отказ от инвестиций в табачную индустрию. И Бронвин далеко не единственная, кто ответственно подходит к вопросу вложения денег: к концу 2020 года рынок «зелёного» финансирования достиг 1 триллиона долларов.





3

Рецепт третий, психотерапевтический: «Хотите об этом поговорить?»

Формула счастья: любовь + работа + смысл
= счастье



Изобретение психотерапии как «разговора по душам» приписывают Фрейду, хотя ещё лет за триста до нашей эры Сократ вовлекал учеников в подобные разговоры, чтобы помочь им лучше понять себя. Австрийский психоаналитик выдвинул довольно скромный критерий счастья — способность без проблем любить и работать. Если с чем-то из этого есть сложности, пора копаться в бессознательном.

Виктор Франкл, австрийский психиатр и психотерапевт, выживший в немецком концлагере заключённый номер 119104, эту формулу немного усложнил: мы впадаем в отчаяние, если теряем смысл. Бог с ним со страданием, считал Франкл, главное,

чтобы был смысл жизни, ведь именно на нём зиждется опыт счастья. А если смысл от нас ускользает, мы становимся озлобленными, тревожными, подавленными и впадаем в противоположность счастью — отчаяние. Согласно наблюдениям Франкла за узниками концлагеря, люди, которым было ради чего жить даже в ужасающих обстоятельствах, оказались гораздо более стойкими. Для кого-то такой целью, смыслом стал ребёнок, живший за границей, для кого-то — недописанная серия книг. После окончания войны Виктор Франкл создал логотерапию, дословно — исцеление смыслом. Человека подводят к осмыслению своей жизни и ценностей, и это закономерно делает его счастливее. Перечень психотерапевтических приёмов обретения счастья продолжает множиться. Терапия на основе осознанности учит концентрировать внимание на текущей ситуации и отпускать мысли о других местах, прошлом или будущем. Когнитивно-поведенческая пытается осчастливить нас путём изменения мыслей: уничтожить те, что наводят грусть, и научиться смотреть на жизнь позитивно. Кстати, исследования регулярно показывают, что связи в мозге действительно перестраиваются в ответ на изменения в оценке себя и окружающего мира. Психотерапия для многих остаётся недоступной. Не в последнюю очередь потому, что жутко не хватает специалистов: в России,



например, на 10 тысяч населения приходится меньше одного психотерапевта — лишь 0,86. Недавно появилась надежда, что эту брешь залатают технологии: чат-боты в одном исследовании показали большую эффективность в борьбе с симптомами депрессии у молодёжи, чем психотерапевты, а искусственный интеллект успешно ставит диагнозы по записи терапевтической сессии. Неужели у каждого скоро будет свой бот-психотерапевт?

У них (почти) получилось!

Объединённые результаты 393 рандомизированных контролируемых исследований, в которых приняли участие 53 288 человек, показали, что психотерапия делает счастливее как пациентов с психическими заболеваниями, так и здоровых людей. В 2017 году группа учёных из Цюриха с помощью МРТ наблюдала мозг пациентов с тревожными расстройствами и социальными фобиями — выяснилось, что спустя 8 недель психотерапии области мозга, участвующие в обработке эмоций, стали функционировать лучше, а их владельцам стало проще контролировать свои переживания. Чуть позже учёные из Сычуаньского университета подтвердили, что психотерапия меняет мозг. Исходно у людей с тревожным расстройством «центр страха», миндалина, имел больше связей с отделами мозга, отвечающими

ми за негативные эмоции, и терроризировал стимулами эти отделы. Но два месяца психотерапии «обрезали провода» миндалине, и беспокойство пациентов уменьшилось. Разговоры по душам иногда оказываются эффективнее таблеток, хотя в запущенных случаях эти методы лучше совмещать. Исследование шизофрении показало, что психотерапия в комплексе с лекарствами изменила структуру мозга — префронтальная кора стала лучше управлять миндалиной. А лечение одними лишь таблетками такого результата не давало. Психотерапия обеспечивает довольно устойчивую перезагрузку: у пациентов с шизофренией, например, эффект держался даже спустя 8 лет.

4

Рецепт четвёртый, социальный: «Свобода, равенство, счастье!»

Формула счастья: свобода + равенство = счастье



С 2012 года ООН ежегодно составляет «Всемирный доклад о счастье». Оценка счастья страны складывается из шести показателей, таких как доход на душу населения, ожидаемая продолжительность жизни, наличие кого-то, на кого можно положиться, свобода, щедрость и отсутствие коррупции. С точки зрения ООН, для счастья особенно важна свобода. То, насколько человек свободен в своих действиях, словах и решениях, влияет на удовлетворённость жизнью больше, чем любой другой фактор, будь то здоровье, доход или религиозность. Международный индекс счастья идёт рука об руку с другим мировым индексом — свободы человека, в который входят более 70 показателей, включая свободу слова, равные права мужчин и женщин, экономические свободы. Лидеры Индекса счастья — Финляндия, Дания и Швейцария — также входят в десятку самых свободных стран мира. С либеральным рецептом соперничает социалистический: счастье в равенстве.



И действительно, страны с серьёзным экономическим неравенством не могут похвастаться высоким уровнем счастья, а в той же Северной Европе показатели равенства одни из лучших в мире. О равенстве как о важнейшем условии счастья говорят не только классические левые: сейчас и для папы римского Франциска «неравенство является корнем социального зла», и экс-президент США Обама называл неравенство «определяющим вызовом нашего времени».

Идеал общества равных возможностей — меритократия, система, при которой блага — деньги, власть, работа, образование — распределяются в соответствии со способностями и усилиями человека. По идее, такое социально-политическое устройство позволило бы людям достигать максимума своего потенциала, вне зависимости от богатства, пола, расы или происхождения. Но хотя современное прочтение идеал равенства получил ещё во времена Великой французской революции, на практике мы пока не нащупали путь к нему, хотя и понимаем, что неравенство — зло.

У них (почти) получилось!

Между Индией и Китаем, посреди Гималаев и ледников, притаилось крохотное государство — Королевство Бутан. Это первая и пока единственная в мире страна, которая официально приняла валовое национальное счастье (ВНС) в качестве основного показателя развития.

В Бутане есть Министерство счастья, которое рассчитывает ВНС относительно четырёх показателей (природа, культура, экономика и доверие к власти). Министерство пристально следит за этими показателями и дважды в год проводит тщательные опросы из 150 пунктов. Счастье в стране постоянно растёт, сегодня индекс уже перевалил за 90%. А среди тех, кто по-прежнему мерилom благополучия считает ВВП, лидируют северные страны. С 2013 года Финляндия, Дания, Швеция и Исландия всё время входят в десятку самых счастливых стран мира, а с 2017-го оккупировали три первых места. Из отчёта ООН следует, что в этой гонке они обходят даже более богатые страны благодаря низкому уровню коррупции, высокой степени свободы и доверию жителей друг к другу.

5

Рецепт пятый, медицинский: «Бежать со всех ног, чтобы остаться на месте»

Формула счастья: жизнь в моменте + физическая активность + диета = счастье



У нейробиологов и психологов для вас новость: вы не будете стабильно счастливы. Быть счастливым на постоянной основе эволюционно невыгодно. Мы всегда должны быть слегка недовольны и желать большего: найти больше вкусной еды, отвоевать место для жизни побезопаснее, добиться более высокого социального статуса. Вечная неудовлетворённость и жажда большего — способ повысить наши шансы выжить и оставить потомство. А значит, если вас что-то и обрадует, то ненадолго: молекулы счастья (дофамин, серотонин, эндорфины и окситоцин) побушуют в мозге, а затем вернуться к исходному уровню — и снова за счастье нужно будет бороться. Это теория гедонистической адаптации; один из её создателей, британский психолог Майкл Айзенк, сравнил стремление к счастью с человеком на беговой дорожке: чтобы оставаться на том же



месте, приходится всё время бежать.

«То же место» — исходный уровень счастья — во многом задано генетически: на 30–50% оно зависит от унаследованной ДНК. Скажем, исследование 2012 года показало, что если вам достался «длинный» вариант гена переносчика серотонина, то вы будете ощущать себя счастливее, чем люди с «коротким» вариантом гена.

У них (почти) получилось!

С генами пока ничего не поделаешь. Но счастьем способствует не только ДНК, но и образ жизни. Например, 150 минут физической активности в неделю повышают уровень одной из молекул счастья — дофамина. Но главное, что требуется, чтобы хакнуть нейробиологию радости, — отказ от идеи «счастья на потом».

отслеживало их занятия, сосредоточенность на процессе и по многу раз в день просило оценить уровень счастья по 100-балльной шкале. Выяснилось, что, когда люди блуждали в своих мыслях, отвлекаясь от того, что делают, в 47% случаев это уменьшало их радость. А если были сосредоточены на своём занятии, то оказывались счастливее даже тех, кто отвлекался на самые приятные мечты. Исследование так и назвали: «Блуждающий мозг — несчастный мозг».



Чего бы вы ни достигли, мозг, скорее всего, к этому быстро привыкнет, так что радуйтесь тому, что есть прямо сейчас. «Практиковать осознанность» или «жить в моменте» — может, это и звучит как ерунда с курсов личностного роста, но имеет научное обоснование. Учёные попросили 2250 человек установить приложение, которое

6

Рецепт шестой, экологический: «Мы в ответе за планету!»

Формула счастья: участие в спасении планеты + жизнь в гармонии с природой = счастье



«Возможность массовой эмиграции с Земли на другую планету — опасное заблуждение. Нигде в Солнечной системе нам не будет так же комфортно, как хотя бы на вершине Эвереста или на Южном полюсе», — напоминает Мартин Рис, британский космолог и астрофизик. То, насколько счастливыми чувствуют себя люди и как высоко оценивают качество жизни, зависит от окружающей среды: какая вокруг температура, насколько загрязнён воздух, не слишком ли шумно, есть ли риски природных катаклизмов. Шум и загрязнение воздуха — это факторы стресса, мешающие радоваться жизни на полную катушку. Скажем, наличие в воздухе взвеси мелких и крупных частиц пыли



делает нас менее счастливыми примерно на 1%. Кажется, что это немного.

Но на самом деле ровно столько же позитивных эмоций даёт отдых, вкусная еда, игра с домашним питомцем. А грязный воздух эту радость обнуляет.

Если исходить из этой логики, верный путь к счастью — это стать ответственными жителями планеты, которые, например, не натоптали слишком уж большой углеродный след. Привычки экологически ответственного человека довольно разнообразны. Можно менять способы передвижения: перейти на общественный транспорт или пересесть на велосипед — последнее уж точно прибавит счастья! Использовать возобновляемые источники энергии вроде солнечных панелей и просто экономить электроэнергию, на которую в нашем небережливом мире приходится 25% выбросов. Иногда отказываться от мяса — помимо причин «животных мучают» и «есть животных вредно для здоровья», есть ещё одна: «есть животных неэкологично», ведь на животноводство приходится больше выбросов парниковых газов, чем на весь нефтегазовый сектор, — по разным подсчётам, от 14 до 44%.

И дело не только в том, что так мы сделаем мир экологичнее, — само участие в спасении планеты придаёт жизни новый смысл, а это, как мы знаем, одно из важнейших условий счастья.

У них (почти) получилось!

Самая экологичная страна мира, Дания, имеет одну из самых эффективных стратегий по сокращению выбросов парниковых газов: на возобновляемые источники здесь приходится до 40% энергии. В Копенгагене 400 км велосипедных дорожек, а по каналам рассекают лодки на солнечных батареях. Дания при этом считается одной из самых счастливых стран мира: соответствующий индекс у неё на 40% выше, чем у России.

Вторая история успеха разворачивается прямо на глазах: люди, родившиеся в XXI веке, имеют все шансы стать лучшими жителями планеты. Согласно опросам, для поколения Z защита окружающей среды является задачей № 1. Вспомните, как покрывает на неблагоразумных политиков Грета Тунберг.



7

Рецепт седьмой, философский: «Анализируй это!»

Формула счастья: делай что должно +
не беспокойся о том, что от тебя не зависит
= счастье



«Философия мертва», — сказал Стивен Хокинг. Знаменитый физик-теоретик в чём-то был прав: наука заметно потеснила философию в вопросах интерпретации мироустройства. Заключение Демокрита о том, что «атом колющий, действуя на наш язык, порождает острый вкус», довольно сложно состязаться с адронным коллайдером. Но, не в обиду Хокингу, к философам всё же стоит прислушаться, ведь они предлагают испытанные временем рецепты счастья, которое нередко понимается ими как отсутствие несчастья, избавление от страданий. Ещё Сократ и Будда «повернули» философию от проблем метафизики к человеку — их больше интересовало, как достичь счастья, а не почему существует мир и из какой субстанции он состоит. Ключ к счастью, утверждал Сократ, в том, чтобы направить своё внимание на душу: познать себя, истину и справедливость. Стоики учились принимать плохие вещи и владеть собой —

и избавлялись от страданий. Гегель советовал совершенствовать свои формы познания, чтобы понять, как всё устроено на самом деле. Чем ближе мы к абсолютной истине, тем счастливее. Гегель, кстати, считал, что на нём философия и закончится, ближе к абсолюту уже никто не подберётся. Как бы то ни было, в философских учениях можно найти инструкции по обретению стрессоустойчивости и счастья. Выберите философа наугад, и он расскажет вам, как стать лучше. Подойдут и древние — например, стоик Эпиктет расскажет, как пережить пандемию коронавируса.

У них (почти) получилось!

Эпиктет начинает своё «Краткое руководство к нравственной жизни» с дихотомии контроля: некоторые вещи зависят от нас, а другие — нет. Наши мысли, мнения, желания находятся в нашей власти, а всё остальное — от случайных событий до имущества, карьеры и чувств других людей — мы контролировать не в состоянии. Беспокоиться о не зависящих от нас вещах — напрасная трата сил. Воображая, что контролируем пандемию, мы обрекаем себя на разочарование. Но мы можем думать, действовать, делать всё возможное, чтобы реагировать на коронавирусный кризис по заветам стоиков: сдержанно, мужественно, разумно. То есть сделать прививку, соблюдать социальную дистанцию, носить маски в общественных местах и продолжать жить, работать и учиться насколько возможно лучше. ^_^

Почему мы соемся от щекотки



ЖАННА РЕЗНИКОВА | ЭТОЛОГ

Жанна Резникова — этолог, доктор биологических наук, профессор, автор книг *Animal Intelligence* (Cambridge University Press), *Studying Animal Languages without translations* (Springer) и более 200 научных публикаций, посвящённых поведению и экологии животных.

Мой маленький внук как-то заметил: «Этих всех — Бабу-ягу, Кошечу, серого волка и прочих бабаек — я уже перебоился, и теперь я боюсь только щекотки». Почему ребёнок боится щекотки? Может быть, это страх перед своими эволюционными корнями?

Если вас попросят засмеяться, вы не сможете это сделать, получится отдалённая имитация. Смех — это не речь, это врождённая вокализация, управляемая древней лимбической системой мозга, отвечающей также за чувство удовольствия. У пациентов с повреждениями структур мозга, связанных с речью, смех сохраняется.

Недавние исследования мозга с помощью МРТ подтвердили гипотезу Дарвина (1872) о том, что щекотка и юмор связаны, имеют общие корни и стимулы; юмор Дарвин рассматривал как «щекотание ума». Оказалось, что к смеху, вызванному юмором, иногда подключаются ещё и контуры префронтальной коры, связанные с речью и самоконтролем.

Как исследовать проявления юмора у животных, пока не придумали. А вот нервные контуры, связанные со смехом от щекотки, у нас сходны не только с другими приматами (всеми видами антропоидов и беличьими обезьянками саймири, которые стали модельным объектом для нейрофизиологических исследований смеха), но и с крысами, собаками и летучими лисицами.

Пощекотав крысу, мы доставим ей удовольствие и услышим звуки частотой 50 кГц USVs — такие же звуки издают зверьки во время игр с сородичами. У человека смех также

АХАХА

выполняет важную социальную функцию. Исследования, выполненные на 24 сообществах различных современных культур, показали, что люди смеются в 30 раз чаще в сообществе, чем в одиночку, а главное — по характеру смеха они всегда отличат члена своего сообщества от чужака.

Хотя гомологичные проявления «низших форм» смеха можно найти даже у грызунов, эволюционные реконструкции показали, что вокальная структура смеха у людей и других антропоидов отличается от визгливых звуков, которые, как предполагается, могли издавать наши общие предки. При этом акустику всех обезьян объединяет общее с четвероногими свойство — короткое дыхание. Членораздельная речь людей тесно связана с прямохождением, и наш смех тоже сильно отличается от обезьяньего.

Не хотелось бы о грустном, но, возможно, смех будет последней формой коммуникации наших далёких потомков. Во всяком случае, именно так это виделось Курту Воннегуту в романе «Галапагосы»: «И ещё люди смеются столь же часто, как и прежде, несмотря на свои усохшие мозги. Когда они кучкой лежат на пляже и один из них вдруг вздумает пукнуть, остальные дружно принимают смеяться и смеются без умолку, в точности как это делали люди миллион лет назад». ^ _ ^



АХАХА

Переключая каналы



Тысячелетиями астрономы располагали лишь одним методом — наблюдением, и лишь одним каналом восприятия информации — зрительным. Это как если бы человек обладал лишь глазами и всю информацию о мире получал рассматривая предметы. Днём ещё ничего, но представьте, что сейчас ночь, вокруг лес, а нам нужно собрать букет цветов, да покрасивей. Придётся всматриваться, принюхиваться, ощупывать, переговариваться — использовать все возможные каналы восприятия. Если такая задача будет возникать постоянно, кто-то научится различать цветы и на вкус, а кто-то купит прибор ночного видения, воспринимающий инфракрасное излучение. В похожей ситуации находятся астрономы, только диковинки, которые они выискивают в безднах космоса, часто отделены от нас миллионами световых лет, скрыты за облаками космического газа и пыли, не проходят сквозь магнитное

поле Земли или атмосферу. И «органы чувств» у астрономов не такие, как у обычных людей.

Эти новые «органы» появились совсем недавно. Как говорят сами учёные, астрономия стала многоканальной, и многие открытия сейчас делаются при сопоставлении информации, поступившей по разным каналам.

На сегодня выделяют три основных канала.

Первый канал — классический — это информация, которую мы получаем, регистрируя и исследуя **электромагнитное излучение**, от длинных волн до коротких. Это радиоволны, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучение.

Второй канал информации, который учёные совсем недавно научились использовать, — **гравитационная астрономия**. Это самый молодой способ изучения Вселенной:

Вселенной

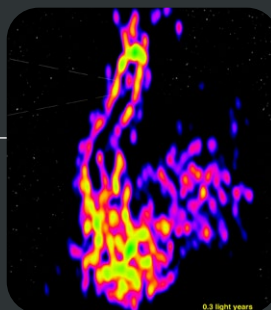
✎ Дмитрий Калинин

Как составить возможно более полное впечатление о Вселенной? На далёкие объекты можно только смотреть — ни пощупать, ни послушать, ни понюхать... Зато у астрономов появились особые «органы чувств», способные воспринимать, например, гравитацию, потоки нейтрино или рентгеновское излучение. Давайте разберёмся, о чём может рассказать каждый канал информации и на что способна многоканальная астрономия в целом.

впервые гравитационные волны были зарегистрированы в 2015 году, а уже в 2017-м, то есть сразу же, как только открытие подтвердилось, за него вручили Нобелевскую премию. Гравитационные волны — это колебания (сжатия и расширения) самого пространства-времени. Волны такой силы, чтобы их могли зарегистрировать, возникают при слиянии двух компактных сверхмассивных космических объектов, таких как чёрные дыры или нейтронные звёзды. **Третий канал** информации, который мы используем, чтобы изучать Вселенную, предлагает **астрофизика частиц**. Её органами восприятия стали разнообразные детекторы. С их помощью учёные получают информацию, например, о космических лучах — массивных заряженных частицах (протонах или ядрах атомов), которые прилетают к нам из космоса и врезаются в ядра атомов воздуха, запуская

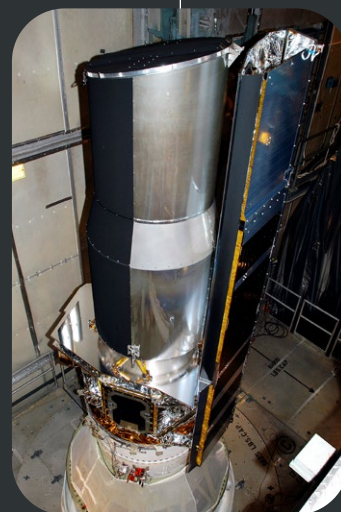
длинные каскады превращений частиц — широкие атмосферные ливни. Когда ливни достигают расположенных на Земле детекторов, учёные получают возможность косвенно зарегистрировать и оценить параметры этих тяжёлых и очень энергичных гостей из ближнего и дальнего космоса. Ещё одна всё более важная для астрономических наблюдений частица — **нейтрино**. Почти невесомое и почти неуловимое, нейтрино не имеет заряда, поэтому вероятность его взаимодействия с веществом очень мала. Через нас каждую секунду пролетают триллионы испускаемых Солнцем нейтрино, но мы этого не чувствуем. Чтобы «почувствовать» нейтрино, нужны совершенно особые установки — первые из них появились лишь в конце XX века. *Давайте попереключаем каналы и посмотрим, что по ним показывают. В этом нам готовы помочь астрономы.*

Что и как можно увидеть в разных электромагнитных диапазонах



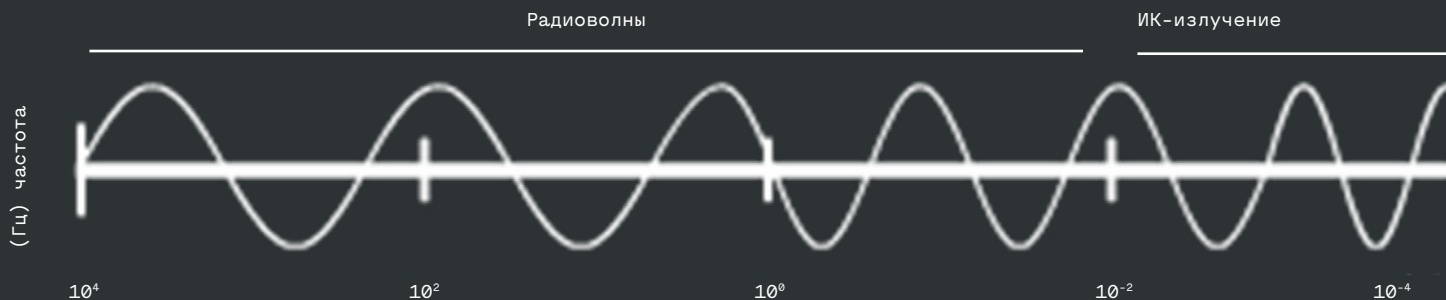
В радиодиапазоне из далёкого космоса наблюдается в основном излучение заряженных частиц, которые движутся в магнитном поле почти со скоростью света, — так называемое синхротронное излучение. С помощью него мы получаем информацию о релятивистских джетах — струях плазмы, вырывающихся из центров галактик.

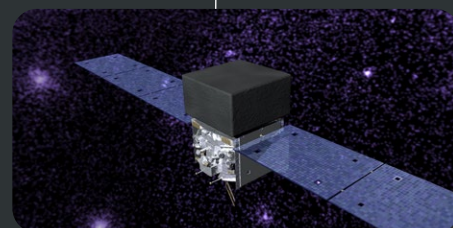
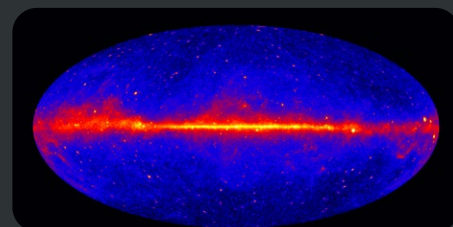
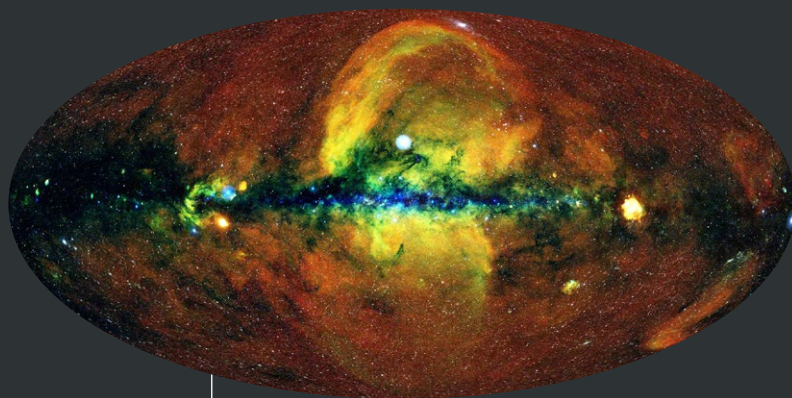
Российская космическая обсерватория «Радиоастрон» и построенное ею изображение выброса горячей плазмы в галактике Персей А.



Инфракрасный диапазон является очень перспективным для изучения облаков межзвёздной пыли.

Телескоп «Спитцер» и полученное им изображение туманности Хобот Слона в инфракрасном диапазоне.





В видимом свете хорошо заметно тепловое излучение звёзд — именно его мы наблюдаем, когда смотрим на Солнце. Звёзды горят, там происходят термоядерные реакции — всё это позволяют увидеть оптические телескопы.

Телескоп «Хаббл» и его самая известная фотография — Столпы Творения, скопления межзвёздного газа и пыли в туманности Орёл.

В рентгеновском и ультрафиолетовом диапазонах интересно изучать ультрагорячие области, например газ в аккреционных дисках, который подпитывает чёрные дыры.

Российская орбитальная обсерватория «Спектр-РГ» и построенное ею изображение Вселенной в рентгеновском диапазоне.

Гамма-диапазон позволяет наблюдать далёкие галактики, которые излучают свет комптоновским механизмом. Работает это следующим образом: при соударении заряженных частиц и фотонов первые передают энергию вторым. В результате фотоны перепрыгивают с более низких энергий на более высокие, то есть с более длинных волн на более короткие, — так генерируется гамма-излучение.

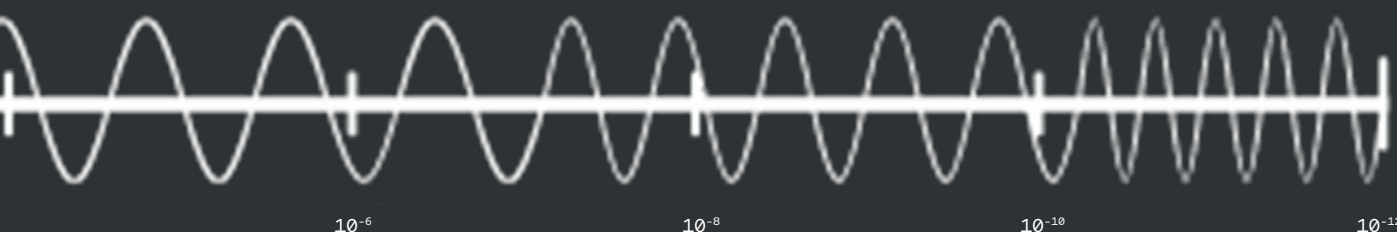
Гамма-телескоп «Ферми» и полная карта неба в гамма-лучах, построенная за пять лет наблюдений.

Видимый свет

УФ-излучение

Рентгеновские лучи

Гамма-лучи



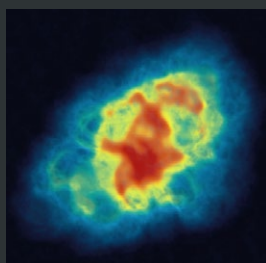
Сегодня на первом канале 6D-картина «Крабовидная туманность»

Рассказывает астроном Пётр Землянуха, заместитель заведующего отделом радиоприёмной аппаратуры и миллиметровой радиоастрономии Института прикладной физики РАН.

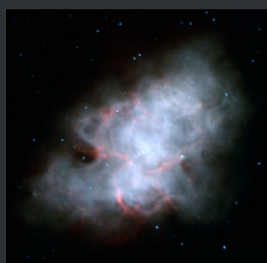
Классический пример одновременных наблюдений в разных диапазонах — это наблюдения вспышек сверхновых. Существует глобальная сеть оптических телескопов-роботов МАСТЕР, которая фиксирует вспышки в оптическом спектре. Её создали сотрудники лаборатории космического мониторинга Владимира Липунова. Телескопы разбросаны по всей России, а также на Канарских островах, в Южной Америке и Южной Африке. С помощью этой системы ведётся мониторинг неба, фиксируются вспышки, которые потом наблюдаются в других диапазонах другими инструментами —

например, радиотелескопами. Когда вспышка подтверждается по нескольким источникам данных, на эту точку в небе наводят другие, более мощные телескопы.

Давайте посмотрим на Крабовидную туманность в созвездии Тельца. Это остаток сверхновой SN 1054, который отлично подходит для того, чтобы наблюдать его в разных спектрах. Конечно, визуализация цвета — это условность, о реальных цветах можно судить только в видимом свете. Синий цвет на этих изображениях показывает более энергичные фотоны, красный — менее энергичные.



1. Радио



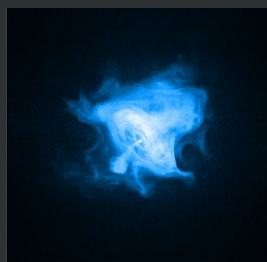
2. Инфракрасный



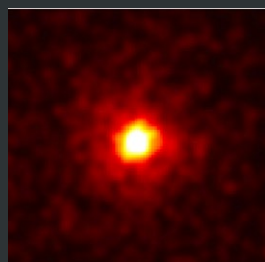
3. Видимый свет



4. Ультрафиолет



5. Рентген



6. Гамма-лучи

1. Изображение получено при помощи радиоволн. Диапазон частот — порядка 5 гигагерц. В таком диапазоне излучение, как правило, возникает при свободном столкновении электронов и ионов. То есть мы наблюдаем ионизированный газ.

2. Инфракрасное излучение — это чаще всего излучение пыли. Красные области — нагревающийся газ, в котором происходит её разрушение.

3. В видимом диапазоне голубые участки — это, скорее всего, линии кислорода (тоже ионизированное вещество). Картинка сделана телескопом «Хаббл». Похожим образом выглядит Крабовидная туманность, если посмотреть на неё в любительский телескоп.

4. Ультрафиолетовое излучение более жёсткое, рождается в более высокоэнергетических процессах. В данном случае оно возникает в наиболее нагретых областях газа.

5. Рентген показывает нам события, связанные с ядром туманности. В центре Крабовидной туманности находится пульсар, так что вещество, которое с ним взаимодействует, проявляется на рентгене.

6. В гамма-диапазоне мы видим процессы, происходящие в центре пульсара, около самого источника туманности.

Первый канал: электромагнитное излучение

Рассказывает астроном Юрий Ковалёв, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, заведующий лабораториями ФИАН и МФТИ.

Информацию из классического электромагнитного канала получают при помощи телескопов, наземных или космических. Чем больше площадь, с которой собирают электромагнитное излучение, тем лучше. Именно поэтому учёные так любят крупные установки. Дальше сигнал усиливается специальной аппаратурой, и в итоге получаются красивые изображения.

Некоторые диапазоны электромагнитного спектра — радиоволны, видимый свет и инфракрасное излучение — можно изучать как с Земли, так и из космоса: атмосфера не мешает. Другие — только из космоса. Это ультрафиолетовый, рентгеновский и гамма-диапазон.

Телескопы обладают разным уровнем чувствительности, но все они собирают свет, то есть фотоны, частицы — переносчики электромагнитного излучения. Фотоны приходят к нам от громадного многообразия космических объектов. Если мы посмотрим на эти объекты в различных диапазонах электромагнитного спектра, то увидим совершенно разные изображения.

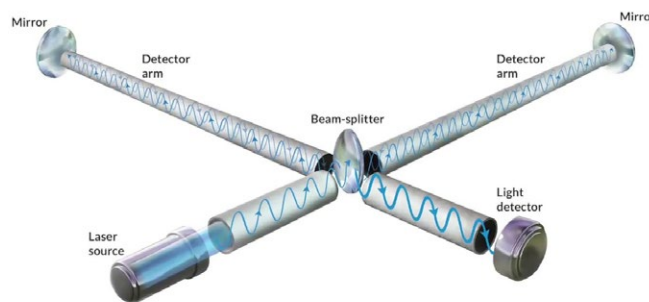
Второй канал: гравитационно-волновой

Рассказывает Владимир Сурдин, астроном и популяризатор науки, старший научный сотрудник ГАИШ МГУ.

Никого ведь не удивляют электромагнитные волны.

Мы понимаем, что есть электрические заряды и что если быстро разделять и соединять их плюсы и минусы, протоны и электроны, то они возбуждают колебания электромагнитного поля, которое со скоростью света разбегается в разных направлениях, светит, несёт радиосигналы и другие электромагнитные волны.

Такое же решение можно получить в рамках общей теории относительности для колеблющейся массы. Правда, у электрических зарядов есть плюсы и минусы, а у массы нет двух разных знаков зарядов. Тем не менее, если быстро дёргать массивное тело туда-сюда, оно тоже создаст вокруг себя искривления пространства-времени, которые побегут со скоростью света в разных направлениях. Электромагнитная волна, попадая на антенну радиоприёмника, гонит электроны в одну сторону, а протоны в другую, создавая тем самым электрический ток. Гравитационная волна, воздействуя на массу, может только деформировать разные части массивного объекта, растягивать его в одних направлениях и сжимать в других. Это называется приливным эффектом. Точно так же Луна и Солнце притягивают разные

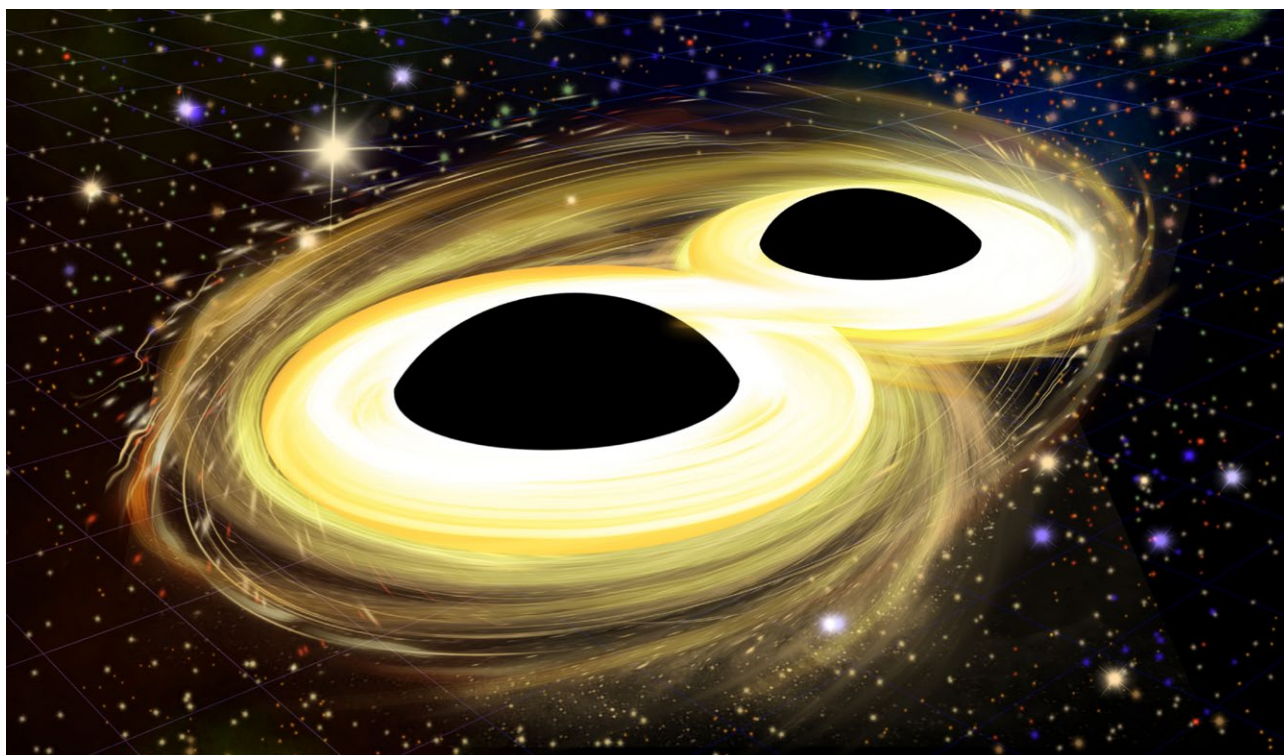


Один из двух детекторов американской гравитационно-волновой обсерватории LIGO. Обсерватория начала поиск

гравитационных волн в 2002 году, а 14 сентября 2015-го впервые в истории зарегистрировала их

части Земли с разной силой. Наша планета, особенно её атмосфера и океан, немножко деформируются, растягиваются, а побережья материков то набегают на выпуклости океанской воды, то уходят от них — и мы на берегу океана наблюдаем приливы и отливы.

Когда стал понятен принцип воздействия гравитационных волн на массивные тела, учёные стали пытаться зарегистрировать гравитационные волны, приходящие из космоса. Пробовали зафиксировать, как твёрдые металлические цилиндры звенят под действием гравитационной волны, — не удалось. В СССР появилась другая идея — подвесить два зеркала и пустить луч света, который бы измерял расстояние между ними. Когда приходит гравитационная волна, зеркала начинают колебаться, и световая волна регистрирует изменение расстояния между ними. На реализацию идеи ушло 30 лет. Такие гравитационные волновые детекторы начали работать в 2015 году: американский LIGO и европейский VIRGO. Тогда же впервые была зарегистрирована мощная гравитационная волна. Расчёты показали, что она пришла от двух чёрных дыр звёздной массы, обращающихся вокруг общего центра. Излучая гравитационные волны, объекты теряли энергию и постепенно сближались, пока не слились в одну большую чёрную дыру, породив



максимально мощную гравитационную волну, которая и была зарегистрирована.

Сегодня на Земле работает уже пять гравитационно-волновых детекторов, которые постоянно обмениваются информацией. Примерно раз в неделю регистрируются гравитационные волны от слияния чёрных дыр, либо нейтронных звёзд, либо нейтронной звезды и чёрной дыры. Всё это компактные массивные объекты, которые сливаются буквально за доли секунды и создают мощную гравитационную волну, принимаемую нами на Земле. Замечательная методика изучения космоса!

Третий канал: астрофизика частиц

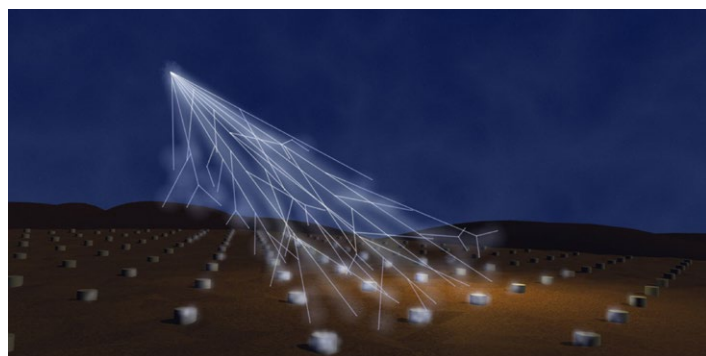
Рассказывает Дмитрий Горбунов, специалист в области физики элементарных частиц и космологии, член-корреспондент РАН.

Исторически вся физика частиц пришла из физики космических лучей. В какой-то момент люди поняли, что из космоса к нам прилетают высокоэнергетические частицы. Они взаимодействуют с атмосферой и рожают новые частицы. Сейчас мы строим ускорители, на которых сталкиваем частицы, но первым инструментом их изучения были именно космические лучи.

Столкновение тяжёлой заряженной космической частицы с ядрами атомов воздуха рождает целый водопад частиц, и только последний его каскад долетает до Земли. Если подняться вверх по этому водопаду и добраться до первой

частицы, которая его родила, можно попробовать её изучить. Для этого придумали и разработали целую технику измерений.

Интуитивно мы понимаем, что нужно приложить очень большие усилия, чтобы ускорить частицу. Если в космосе они ускоряются так сильно, что долетают до нашей планеты, значит, существуют невероятно мощные источники, способные их разогнать. Изучение этих источников — это астрономия, а инструмент изучения — астрофизика частиц. Космические лучи прилетают к нам со всех сторон, поэтому можно анализировать большое количество событий. Мы строим детекторы по всему миру и, регистрируя каскады долетевших частиц, пытаемся понять, как устроен ливень в целом.



Высокоэнергетические частицы из космоса на высоте в десятки километров врезаются в ядра атомов воздуха, разваливая

их и порождая новые частицы с большой энергией. Образуется каскад частиц, доходящий до Земли, — атмосферный ливень

Кто ловит частицы

Есть приборы, которые летают в космосе и измеряют потоки заряженных частиц. Они регистрируют частицы с энергиями в сотни гига- и даже несколько тераэлектронвольт, которые до Земли не долетают. Но площадь у таких приборов очень маленькая, а значит, и эффективность невысокая.

На Земле мы регистрируем продукты взаимодействия космических лучей с атмосферой, изучая ливни частиц. Вот некоторые из обсерваторий, детектирующих с Земли ливни частиц.



1. В Южном полушарии этим занимается обсерватория имени Пьера Оже в Аргентине. Основные её инструменты — это детекторы и зеркала.

Детекторы разбросаны на площади 3000 км². Каждый регистрирует несколько частиц из космических лучей, приходящих со всей Вселенной. Кроме того, пролетающие через атмосферу частицы возбуждают азот, и он начинает светиться. Этот флуоресцентный свет собирается зеркалами. По характеристикам свечения определяют направление полёта частиц.

2. В России работает установка со смешным названием ЯКУШАЛ. К еде она отношения не имеет, аббревиатура расшифровывается как «Якутская установка широких атмосферных ливней». Ей больше 50 лет. У неё на вооружении стоят черенковские и мюонные детекторы. Мюоны в 200 раз тяжелее электронов, они образуются в результате распада других частиц. Мюоны не так активно теряют энергию и глубже проникают в вещество. Поэтому мюонный детектор можно просто закопать в землю на два метра, и электрон туда уже не проникнет. Кстати, мюон — первая частица, которую люди нашли в космических лучах.

3. На южной оконечности Байкала, в Тункинской долине, не так давно была запущена система TAIGA. Тоже удачная аббревиатура — Tunka Advanced Instrument for cosmic rays and Gamma Astronomy, по-русски Тункинский передовой комплекс для изучения космических лучей и гамма-астрономии. Главная его задача — наблюдать за гамма-всплесками, мощнейшими во Вселенной выплесками энергии неизвестной природы. Одна такая вспышка, длящаяся всего пару секунд, выделяет столько же энергии, сколько Солнце выработает за все десять миллиардов лет своей жизни. Чтобы регистрировать самые редкие и интересные фотоны — с энергией выше сотни триллионов электронвольт, —

пришлось построить установку размерами больше квадратного километра, расставив на территории 120 детекторов. Это площадь, на которую обрушивается широкий атмосферный ливень, вызванный всего лишь одной такой высокоэнергетической частицей. При этом создатели обсерватории планируют расширить площадь охвата ещё в десять раз — до десяти квадратных километров.

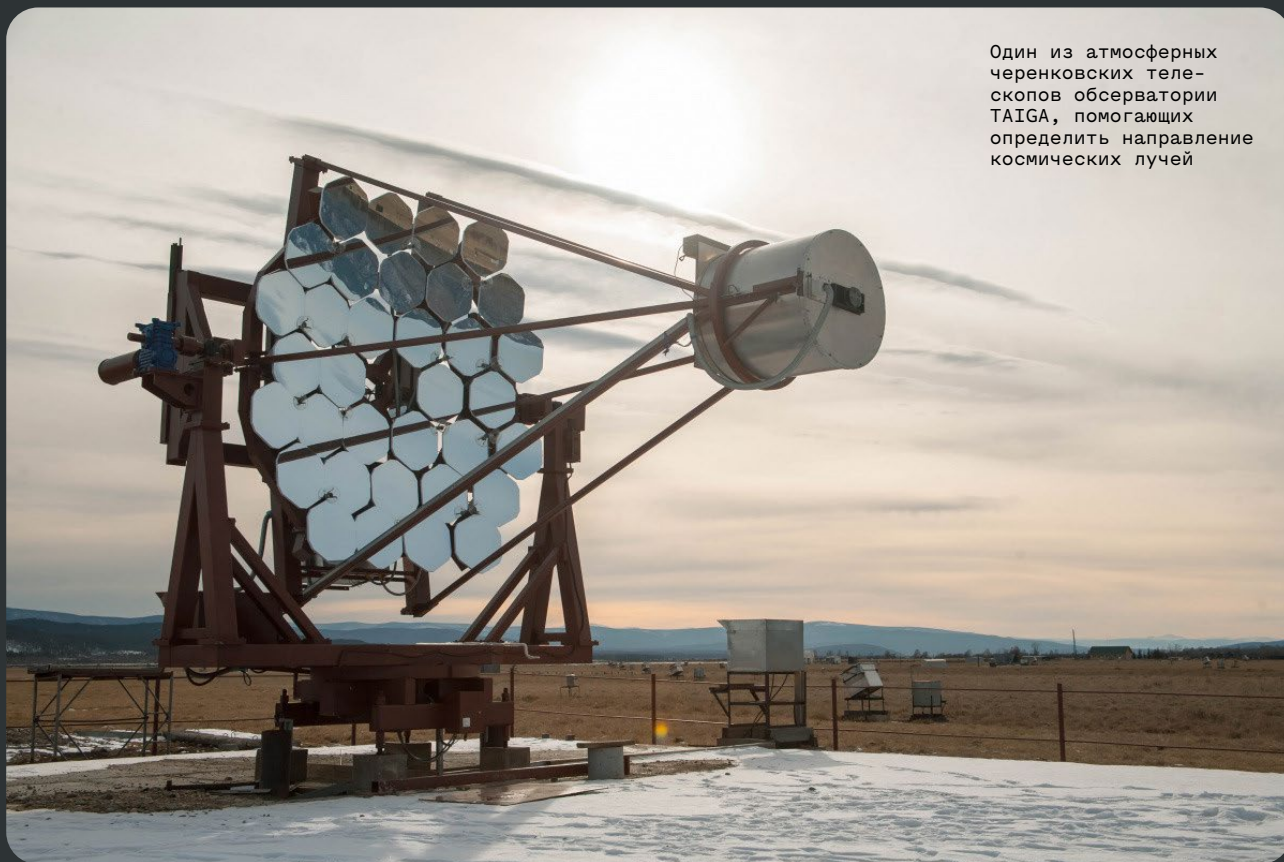
Гамма-кванты — это другой канал (электромагнитное излучение), но TAIGA работает в том числе как детектор высокоэнергетических протонов и других тяжёлых заряженных частиц, они ведь тоже вызывают атмосферные ливни, регистрируемые детекторами обсерватории. С помощью этих широкоугольных детекторов можно с максимально высокой точностью восстанавливать энергию и направление первичной частицы. В мире больше нет установок, охватывающих такую площадь с такой высокой синхронизацией.



4. В Китае запускается большая установка LHAASO с различными типами детекторов. По ряду параметров она станет мощнейшей в мире, когда заработает.



О чём рассказывают частицы высоких и низких энергий



Один из атмосферных черенковских телескопов обсерватории TAIGA, помогающих определить направление космических лучей

Когда мы ловим частицу, нас интересует максимальный объём информации о ней:

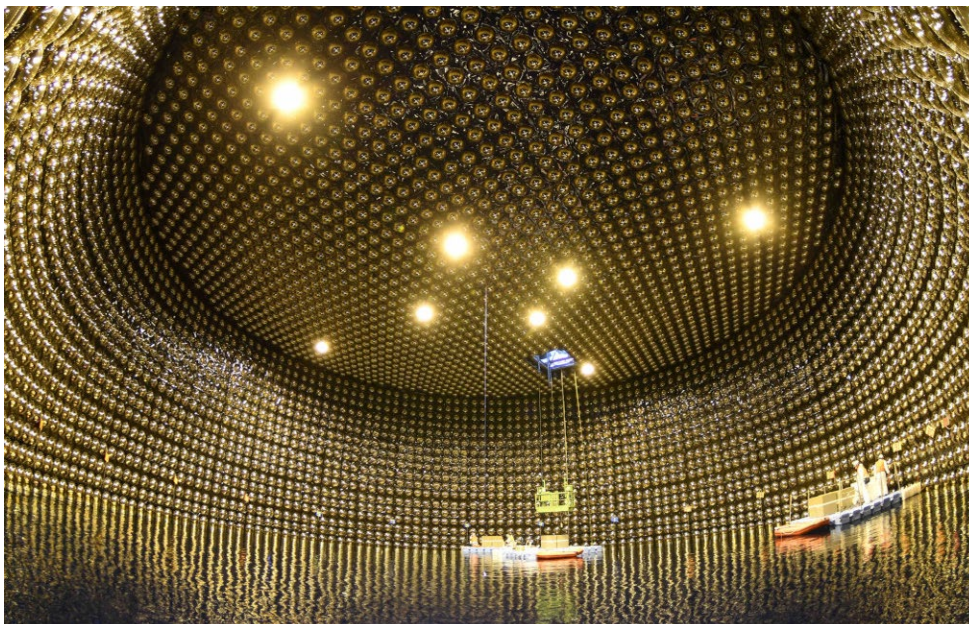
- направление (откуда прилетела);
- время (когда зарегистрирована);
- энергия.

При этом определить направление полёта космической частицы, например протона, очень сложно. По дороге от источника она пролетает через множественные магнитные поля (межзвёздные, межпланетные, межгалактические) и, как любая заряженная частица, отклоняется из-за них и меняет направление. Иными словами, она движется к Земле не по прямой, а значит, и момент старта нам точно не установить. И тут начинается самое интересное — предположения.

Разобраться с тем, откуда прилетела частица, нам помогает её энергия. Именно этот параметр мы и регистрируем. Чем выше энергия, тем реже долетают до нас частицы. Дело в том, что произвести высокоэнергетическую частицу может только высокоэнергетический источник, а они встречаются редко. Нам известно, что сверхновые периодически вспыхивают

и в них происходит колоссальное ускорение частиц. Прикидываем, сколько вообще есть сверхновых, сколько их было раньше. Анализируем данные, полученные из электромагнитного канала. Сужаем круг подозреваемых источников. Думаем, сколько помех могла встретить частица на своём пути: это и магнитные поля, и космическая пыль, и ионизированный газ. И пытаемся сделать вывод — например, о принципах образования сверхновых или о магнитных полях галактик, которые весьма плохо изучены. Максимальная энергия космических лучей — 10^{20} электрон-вольт. Это энергия полёта теннисного мячика. Такие частицы встречаются крайне редко, за всё время их было обнаружено всего 10-15, поэтому для учёных они представляют наибольший интерес.

Но и частицы низких энергий могут о многом рассказать. Например, о магнитном поле Солнца. Кстати, Солнце — пока единственный объект, про который мы с уверенностью можем сказать, что именно он произвёл частицы, пойманные на Земле. Электромагнитный канал и астрофизика частиц отлично дополняют друг друга в изучении Солнца.



Внутри нейтринного детектора Super-Kamiokande, Япония

И снова третий канал: нейтринная астрономия

Рассказывает Сергей Троицкий, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН.

Если говорить о нейтрино, долетающих до нас от астрофизических источников, то я бы выделил солнечные нейтрино. Это замечательно интересная область науки, которая существует уже 50 лет, но исследована не до конца, потому что нейтрино очень сложно зарегистрировать и точно-сти до сих пор невысоки. Солнечные нейтрино обладают энергией порядка 1 мегаэлектронвольта, благодаря им было доказано, что на Солнце идут термоядерные реакции.

Интересно, что такие нейтрино регистрировали уже самые первые радиохимические установки. Один из экспериментов, в котором были детектированы нейтрино, образовавшиеся на Солнце, проходил в Баксанской нейтринной обсерватории в России.

Другие нейтрино возникают при взрывах сверхновых. Как и в центре Солнца, там происходят термоядерные процессы, но при значительно больших температурах. Энергия таких нейтрино составляет уже десятки мегаэлектронвольт. Их можно регистрировать при помощи черенковского излучения в воде — это редкие вспышки света, которыми сопровождается прохождение нейтрино сквозь толщу воды (столкновение с ядрами атомов, из которых состоят молекулы воды).

Можно взять большую бочку прозрачной воды и разместить по краям фотодетекторы. Наиболее успешные установки этого типа — Kamiokande и Super-Kamiokande в Японии. Сейчас идёт строительство Hyper-Kamiokande.

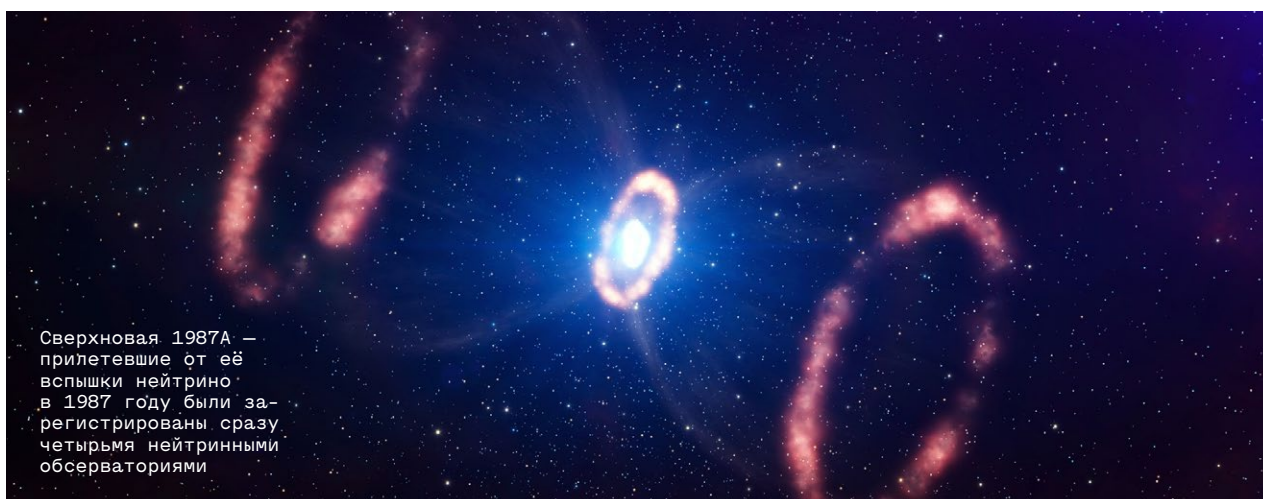
Детекторы Kamiokande регистрируют взаимодействия заряженных космических частиц с атмосферой, в результате которых рождаются вторичные частицы, в том числе нейтрино. Если относительно недалеко произойдёт вспышка сверхновой, они поймают долетевшие нейтрино.

Такое событие произошло в 1987 году, его зарегистрировали четыре детектора в разных местах планеты. Это единственное достоверное наблюдение астрофизических нейтрино, когда можно чётко обозначить источник происхождения частиц.

Нейтрино более высоких энергий, исчисляющихся тераэлектронвольтами, ловят на установках такого же типа, что и Kamiokande, но значительно большего объёма. Подобные нейтрино прилетают очень редко, поэтому большой бочки уже недостаточно — используются природные объёмы воды.

Детекторы Баксанской нейтринной обсерватории, расположенной в Кабардино-Балкарии, глубоко внутри горы Андырчи





На Земле существуют всего три такие установки:

1. IceCube на Южном полюсе. Работает уже десять лет, занимает объём в 1 км^3 .



2. Baikal-GVD на озере Байкал, впервые зарегистрировавшая нейтрино высоких энергий. При этом установка только сейчас начинает работать на полную мощность. Она постоянно увеличивается и превзойдёт по объёму IceCube. Помимо прочего, она очень удобна в использовании: можно проделать в феврале дырочки во льду, разместить оборудование и уехать. Установка будет работать целый год.



3. KM3NeT в Средиземном море. Прибор пока ещё очень маленький, но перспективный.

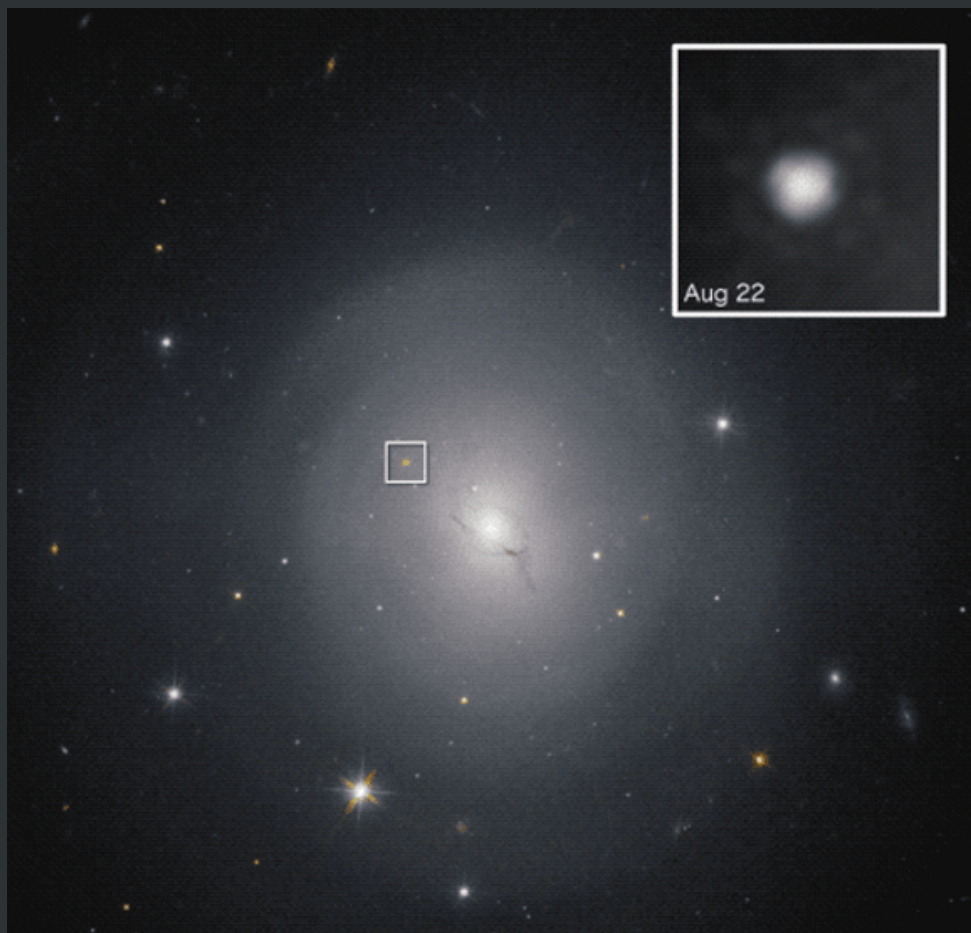
Все три установки будут работать в связке — в разных режимах наблюдать и северное, и южное небо, охватывая диапазон самых высоких для нейтрино энергий, исчисляющихся в тера- и петаэлектронвольтах. Не очень понятно, откуда прилетают такие частицы, и это самое интересное.

В рамках Стандартной модели нейтрино высоких энергий могут рождаться только от взаимодействия протонов с другими протонами или фотонами. Такие процессы всегда протекают одинаково с образованием самых лёгких сильно взаимодействующих частиц — пи-мезонов. Пи-мезоны бывают заряженные и нейтральные — и те и другие распадаются практически мгновенно. В продуктах распада заряженных пи-мезонов есть нейтрино, незаряженных — фотоны. Аналогичным способом одновременно с нейтрино образуются фотоны примерно с теми же энергиями и в том же количестве. Получается, что из космических лучей (протонов) до Земли долетают три посланника: сами космические лучи, нейтрино и фотоны высоких энергий. Измерив что-то в одном канале, мы тут же получаем информацию про другой. Из этого, собственно, современная многоканальная астрономия и родилась.

Заряженные частицы по дороге к Земле отклоняются под действием магнитных полей, из-за этого невозможно определить ни изначальное направление полёта, ни его время. Нейтрино заряда не имеет, никуда не отклоняется и проходит свой путь за определённое время.

К сожалению, пока не особо удаётся понять, откуда именно приходят нейтрино. IceCube определяет их источники в лучшем случае как площадь, занимаемую на небе Луной. При этом Луна, которая находится совсем близко, покрывает очень большую область дальнего космоса, и вычисления дают весьма приблизительные результаты. В воде определить направление проще, чем во льду, поэтому, согласно расчётам, байкальский нейтринный телескоп будет делать это в четыре раза точнее.

Сегодня на всех каналах «Слияние нейтронных звезд»



Галактика NGC 4993. Выделен участок, где 17 августа 2017 года произошло слияние нейтронных звёзд и был зарегистрирован гамма-всплеск. На увеличенном снимке видно послесвечение гамма-всплеска в оптическом диапазоне, сфотографированное орбитальным телескопом «Хаббл» 22 августа

В 2017 году при слиянии нейтронных звёзд были одновременно зарегистрированы гравитационно-волновой и электромагнитный сигналы. Большая удача!

Сами по себе гравитационно-волновые детекторы слабые. Но тут сигнал удалось зарегистрировать «зрелыми» приборами классической астрономии, и появилась масса информации о том, что происходит при слиянии нейтронных звёзд. Появилась возможность говорить как о физике конкретных астрофизических объектов, так и о физике гравитации. Кроме того, сигналы пришли одновременно, значит, гравитационные волны и электромагнитное излучение распространяются с одной и той же скоростью. Это невероятное наблюдение для фундаментальной физики!

Теоретически и нейтринная астрономия могла бы поучаствовать в этом событии, если бы регистрировала частицы энергий, исчисляемых в мегаэлектронвольтах, причём

на очень больших расстояниях. Нейтринные обсерватории, которые работают с таким диапазоном энергий, чувствительны к нейтрино от взрывов сверхновых в нашей или соседних галактиках. А это событие произошло за пол-вселенной от нас. Конечно, на всякий случай нейтринные телескопы проверили это событие, но ничего не увидели.

Что касается космических лучей, то они отклоняются магнитными полями, поскольку состоят из заряженных частиц. И даже если долетят до нас, случится это через миллионы лет. ^ _ ^

«Без нейтрино Солнце бы не светило!»



Такааки Кадзита, лауреат Нобелевской премии по физике 2015 года за открытие нейтринных осцилляций, ответил на вопросы «Кота Шрёдингера»

Нейтрино не участвует практически ни в каких взаимодействиях. Триллионы нейтрино пролетают через нас, а мы этого даже не замечаем. Где-нибудь во Вселенной они играют более заметную роль? Без нейтрино Солнце бы не светило, а значит, не было бы жизни на Земле. Так что нейтрино имеют к нам самое непосредственное отношение.

Благодаря вашему открытию мы узнали, что нейтрино осциллируют, переходя друг в друга. Теперь мы также знаем, что у них есть масса. Как это повлияет на науку?

По сравнению с другими частицами масса нейтрино чрезвычайно мала, но она всё-таки есть — и могла бы объяснить происхождение материи во Вселенной, а это один из важнейших вопросов физики. При этом Стандартная модель не предусматривает наличия массы у нейтрино. Значит, нам нужна новая физика, выходящая за рамки Стандартной модели.

Каких прорывов стоит ожидать от нейтринной астрономии?

Скорее всего, их будет очень много. Во Вселенной существуют различные объекты, которые ускоряют частицы до очень высоких энергий. Эти частицы называются космическими лучами. Там, где возникают космические лучи, должны образовываться и нейтрино. Поэтому обнаружение нейтрино высоких энергий станет ключом к пониманию происхождения космических лучей.

Какая роль в этих исследованиях отведена российской обсерватории Baikal-GVD?

Важнейшая! Эта обсерватория регистрирует нейтрино, которые помогут выяснить механизмы ускорения частиц в самых далёких и мощных источниках.

Вы так долго изучали нейтрино... Какой образ возникает в вашем воображении, когда вы думаете о них?

Честно говоря, я не связываю нейтрино с каким-либо образом, цветом, запахом или вкусом. Для меня нейтрино — это проявление нейтринных взаимодействий, которые регистрируют детекторы. ^_^



ДИНОЗАВРЫ



НАШЕГО ВРЕМЕНИ



Лучшие работы современных художников с выставки «Русский палеоарт» Дарвиновского музея

«Палеоарт — самый научный жанр в искусстве. Он существует столько, сколько люди изучают ископаемые находки и пытаются восстановить облик древнего мира. За несколько столетий палеоарт эволюционировал и стал частью современной визуальной культуры и повседневной жизни», — объясняет Дарвиновский музей идею выставки. В этом номере мы представляем работы современных российских художников, изображающих ископаемых существ.

Трогательная история про дружбу и сотрудничество. Точнее, про симбиоз. Гиганотозавр действительно один из самых крупных доисторических хищников, почти как тираннозавр. А алнашетри — мелкий такой динозаврик, напоминающий бескрылую птицу. На картине они мирно сосуществуют: маленький динозавр помогает большому избавиться от паразитов и остатков пищи в полости рта.

Сергей Красовский.
Giganotosaurus carolinii* — *Alnashetria cerropoliciensis* — *Symbiosis
 Частная коллекция

© Sergey Krasovskiy



Один из ранних динозавров — герреразавр. На картине он покрыт чем-то вроде шерсти леопардовой расцветки. Как на самом деле выглядело это существо, сказать сложно: слишком мало данных.

Владислав Константинов.
Early predators (Herrerasaurus
ischigualastensis)
 2011. Частная коллекция



Диаблоцератопс — рогатый динозавр, живший примерно 70–80 миллионов лет назад. Этот вид был научно описан только в начале XXI века, известно о нём немного. Но это не помешало художнику создать очень выразительный портрет.

Андрей Агучин.
Diabloceratops
 Частная коллекция



Древнейшие сумчатые — дипротодоны. Что-то вроде коалы, только в две тонны весом. Они, как и мамонт, застали человека. Ещё 50 тысяч лет назад дипротодоны бродили по Австралии. Кто виновен в их исчезновении, до конца не ясно: то ли человек, то ли климат, то ли все вместе.

Роман Евсеев.
Diprotodon optatum
Частная коллекция

Археоптерикс считается переходным звеном между пресмыкающимися и птицами. Размером он был с крупную ворону и жил примерно 150 миллионов лет назад.

Владислав Константинов.
Archaeopteryx lithographica
 Частная коллекция



Скутозавр — эта рептилия жила в пермском периоде, примерно 250 миллионов лет назад, ещё до динозавров. Очень патристичное существо, ведь обитало оно на территории современной России. Кости рептилии нашёл в начале XX века палеонтолог Владимир Амалицкий неподалёку от Великого Устюга. Учёные до сих пор спорят, был ли скутозавр сухопутным существом, предпочитал ли жить в воде или делил время между обеими стихиями.

Андрей Агучин.
Scutosaurus
 Частная коллекция







Древний гигантский петух? Ну не совсем. Это существо с красивым именем баконидрако. Его открыли в 2005 году, изучив кости, найденные в бокситной шахте в Венгрии. Рядом с ним айкацератопсы — мелкие травоядные динозавры, которые тоже обитали на территории современной Венгрии. Не совсем понятно, из-за чего произошёл конфликт между этими милыми зверюшками. Есть версия, что баконидрако питался преимущественно рыбой и не мог рассматривать айкацератопсов ни как еду, ни как конкурентов. Впрочем, есть и альтернативная гипотеза, согласно которой баконидрако мог употреблять в пищу мелких динозавров.

Сергей Красовский.

Bakonydraco galaczi vs Ajkaceratops kozmai

Частная коллекция



Пора переходить от динозавров к нашему времени — к эпохе, когда появился человек. Перед нами шерстистый мамонт. Согласно современным исследованиям, главный виновник его исчезновения — изменение климата. Люди-охотники лишь усугубили бедственное положение этого вида. Всё-таки не во всём мы виноваты — приятно.

Роман Евсеев.

Mammuthus primigenius

Частная коллекция



Иностранцевия — представитель подотряда горгонопсов. Внешне эти существа напоминают гигантских саблезубых кошек: и огромные клыки, и контур головы, и, возможно, даже шерсть. Но сходство это только внешнее. Иностранцевии вымерли примерно 250 миллионов лет назад, то есть ещё до того, как появились динозавры, не говоря уже про кошачьих млекопитающих.

Андрей Атучин.
Inostrancevia
 Частная коллекция



Это тоже не древний петух, а ещё один из птерозавров — летающий ящер каупедактиль. Его открыли совсем недавно, в 2012 году. Известно, что на голове у этих существ был огромный гребень с большим количеством кровеносных сосудов, который был нужен, скорее всего, для терморегуляции. Впрочем, глядя на работу художника, можно предположить, что этот гребень помогал и в привлечении особей противоположного пола.

Сергей Красовский.
Caupedactylus ybaka
 Частная коллекция



Этот олень не зря зовётся большерогим: раз-
мах его рогов мог достигать четырёх метров.
Жил он и в Европе, и в Азии, и в Северной
Африке. В каменном веке наши предки
наверняка делали жаркое из этого прекрас-
ного существа. Возможно, поэтому до нашего
времени эти олени и не дожили.

Роман Евсеев.

Megaloceros giganteus in sunset

Частная коллекция

Сбывшаяся мечта

УМНАЯ КОЛОНКА

Я прокатиться на колеснице



ИВАН СЕМЬЯН | АРХЕОЛОГ

Иван Семьян, археолог, руководитель ЛЭА НОЦЕИ ЮУрГУ, директор Ассоциации «Археос»

Экспериментальная археология похожа на миф о Дедале и Икаре. Сначала становится мечтой о полёте, а потом норовит шмякнуться оземь. В попытках опробовать самый сложный инструмент древности главное — не выпускать из рук поводья.

Я начал заниматься историей военного дела синташтинской культуры ещё в студенчестве. Тогда и узнал про синташтинскую колесницу, которую в 1972 году нашли на реке Синташта на юге Челябинской области вместе с очень важной деталью упряжи — псалиями. Так называются приспособления, которые крепятся к концам удил и давят на щёки лошади, помогая управлять ею. Они существовали, к примеру, в Микенах, и изначально синташтинские технологии считались моложе — ведь это далёкие «варвары» должны были подражать ахейцам, а не наоборот. Но потом выяснилось, что синташтинская культура существенно старше микенской и перед нами древнейшая колесничная упряжь и колесница вообще. Это была сенсация!

Повозки со сплошными колёсами были известны ещё в Шумере и Уре, но облегчённую двуколку (два колеса со спицами) такого древнего возраста не находили. В повозки запрягали ослов или быков, в колесницы — лошадей. Первые управлялись посредством носового кольца, вторые — с помощью псалий. Повозка была тяжёлой и неповоротливой, колесница — манёвренной и быстрой. При этом домашняя лошадь появилась как раз в Волжско-Уральском регионе. Логично, что там же впервые догадались использовать её скоростной потенциал. Так «варварская» колесница стала применяться в бою, изменила его тактику и повлияла на ход истории. Понятно, почему реконструкция такой колесницы стала моей мечтой. В своё время мы даже делали её уменьшенную модель для выставки, а сегодня с коллегой Игорем Чечушковым, специалистом по упряжи и колесницам, выиграли грант на полноценный проект. Мои друзья из конного клуба «Добрая лошадка» любезно предоставили нам двух меринов, по современным меркам небольших — всего полтора метра в холке, — но гигантов для Синташты. Первые домашние лошади в холке были и того меньше: всего 130–145 см, многие как пони. Колесницу мы реконструировали полностью аутентично: только дерево, сыромятная кожа и костный клей. Сфера применения колесницы — вопрос дискуссионный: оппоненты, в частности, полагают, что найденные образцы были исключительно ритуальным или статусным атрибутом. Но мы при помощи экспериментов доказали, что и боевым. Произошло это, впрочем, не сразу: и мне, и лошадям понадобилось время. Большинство скакунов в клубе до судорог боялись колесницу. Кроме пони, которая подошла и начала об неё чесаться. Мы тогда посмеялись: вот настоящая колесничная лошадь, в которой говорит память предков.

Потом я даже губернатора в колеснице возил. На фестивале

«Пламя Аркаима» ко мне обратились сотрудники протокольной службы: «Вы только близко не подходите — лошади и всё такое». Я, конечно, согласился. Но губернатору ведь интересно, он подходит к колеснице, изучает, трогает её. Я говорю: «Можем залезть». Залезли в кузов. Повисла небольшая пауза. Я: «Можем трогаться». Он: «Давайте!» В итоге мы отлично прокатились.

Этому предшествовал процесс обучения, который занял около двух месяцев. Сначала я кое-как ездил по ипподрому, потом уже уверенно — по лесу, где у меня и случилась первая авария: дышло отвязалось прямо на ходу, упало, моментально уперлось в землю, а колесница превратилась в настоящую катапульту! Я вылетел, сломав перила, лошади немного проволокли меня по земле, но я упёрся ногами и постепенно их затормозил. Бросать поводья нельзя: впереди могут быть люди или шоссе.

Затем мы провели финальные испытания в настоящей синташтинской степи, где на рыси и даже галопе колесница, казалось, парила в воздухе, совершенно «съедая» кочки. Настоящее ощущение полёта! Вы можете увидеть это в фильме «Колесница времени» телеканала «Моя планета». В общем, оказалось полезно, интересно и весело. В следующем году обязательно продолжим. ^ _ ^



↑ Реконструкция
синташтинской колесницы



↓ Орудия бронзового века

ЯДЕРНЫЙ SECOND HAND



Российские атомщики осваивают
ресайклинг ядерного топлива

✎ Анастасия Шартогашева

Летом 2021 года под городом Северском Томской области начали заливать фундамент будущего реактора на быстрых нейтронах — БРЕСТ-300. На планете работает больше 440 атомных реакторов, но ни один из них не похож на БРЕСТ. С этого реактора должна начаться новая эпоха в истории атомной энергетики — эпоха замкнутого цикла.

Идея замкнутого ядерного топливного цикла примерно такая же, как у переработки пластика. Вместо того чтобы делать новые полимеры из нефти и газа, можно и нужно собирать и перерабатывать старые.

Замкнув цикл, можно избавиться от ядерных ракет времён холодной войны. Можно пустить в дело обеднённый уран, который в виде едкого, ядовитого и горючего соединения хранится сейчас в стальных бочках. В 2020 году в России было больше миллиона тонн этого неприятного и мало на что годного вещества. А главное, отработавшее ядерное топливо можно использовать повторно. Но как вторичный пластик годится не для всякой цели — из него, например, сложно делать упаковку для еды, — так и вторичное ядерное топливо требует особых приспособлений. Обычные атомные реакторы с этой задачей не справятся.

Урановая кухня: небезотходное производство

Современная атомная промышленность начинается с добычи урана. В природных минералах его немного: на тысячу тонн руды — всего семь килограммов с нужным веществом. Всё остальное идёт в отвал. Из этих семи килограммов 99,3% составляет уран-238. В большинстве современных атомных реакторов этот изотоп — не самая нужная часть топлива. Большую часть энергии мы получаем от деления ядер второго, редкого изотопа — урана-235.

Семи десятых процента ^{235}U слишком мало для обычного атомного реактора, поэтому прежде, чем использовать уран как топливо, его обогащают. Дело это долгое, энергозатратное и сложное. Заводы по обогащению урана — это длинные ряды центрифуг, в которых газообразный фторид урана раскручивают со скоростью в 10 раз выше скорости вращения турбины самолёта.

При перегрузке в сотню G молекулы распределяются в центрифуге немного неравномерно: в центре урана-235 оказывается чуть-чуть больше, чем по краям. Газ из центральной части забирают и отправляют в следующую установку, и так много раз. Даже сотням центрифуг едва удаётся поднять содержание ^{235}U до 3–4%. Впрочем, для работы в тепловом реакторе этого достаточно.

Но и в обогащённом уране далеко не весь изотоп 235 делится и даёт энергию. В современных реакторах сжигается около четырёх

пятых урана-235, а одна пятая остаётся в отработавшем топливе — и с ней уже ничего не поделать: приходится обрабатывать и хранить вместе с продуктами деления. Получается, что уран в тепловых реакторах используется очень неэффективно: только 1% уранового топлива выделяет тепло в активной зоне реактора. Если с такой эффективностью чистить овощи, то на кастрюлю супа понадобится целый грузовик картошки и моркови. Но есть технология, которая позволяет использовать весь природный уран. Её преимущества были понятны уже первым строителям атомных электростанций, но всерьёз за неё берутся только сейчас.

Замкнутый круг

Почему, собственно, не использовать в ядерных реакторах весь уран-238? Дело в том, что он, в отличие от урана-235, не делится при бомбардировке тепловыми нейтронами. Ядра ^{238}U склонны просто захватывать нейтрон, летящий слишком медленно. А изотоп, который не делится, не выделяет тепло — не очень-то такой и нужен.

Зато уран-238 умеет превращаться в другой изотоп — ^{239}Pu , который делится даже

Стройплощадка реактора БРЕСТ-ОД-300. 2021 год. На фундамент ушло 19 кубометров специального бетона — этого хватило бы на два восьмизэтажных дома



лучше ^{235}U . Это превращение происходит и в тепловых реакторах, но плутония в них получается слишком мало. Больше плутония можно наработать, если бомбардировать уран очень плотным потоком быстрых нейтронов.

Быстрые vs тепловые: два типа нейтронов

Разговоры о типах реакторов могут показаться странными: одни работают на тепловых нейтронах, другие — на быстрых. Как в анекдоте про крокодилов: один зелёный, другой налево. На самом деле всё логично, просто для ядерных физиков нет разницы между температурой и скоростью частицы. Нейтрон, который летит быстро, можно назвать горячим: у него большая энергия. Летящий медленнее нейтрон называется тепловым: у него энергия меньше.

Нейтроны, которые образуются при делении ядра, обладают большой энергией. Чтобы сделать их более пригодными для деления урана-235, в тепловых реакторах есть замедлитель — вещество, пролетая через которое нейтроны теряют энергию и на выходе становятся тепловыми. Замедлителем может быть графит, тяжёлая или обычная вода.

Кроме энергии нейтронов и замедлителя, реакторы различаются по теплоносителю — веществу, которое омывает топливо и уносит с собой его тепло, чтобы получить пар для выработки электричества. В тепловых реакторах теплоносителем является обычная или тяжёлая вода. Иногда она же играет роль замедлителя; такие реакторы называются водо-водяными — по двойному назначению воды. В реакторах на быстрых нейтронах теплоносители — жидкие металлы или расплавы солей.

В России сейчас работают энергетические реакторы трёх типов: тепловые РБМК (реактор большой мощности канальный) и ВВЭР (водо-водяной энергетический реактор) и быстрые БН (реактор на быстрых нейтронах).

Итак, при бомбардировке медленными нейтронами уран-238 не делится. Значит, построив реактор, в котором нейтроны не замедляются, можно использовать распространённый в природе уран-238 по полной. Он эффективно превращается в плутоний-239, который делится и может работать как топливо для теплового реактора. Получается, что мы загружаем в котёл неделящийся уран-238, а на выходе получаем делящийся плутоний.

Поэтому быстрые реакторы называют «бридерами», или наработчиками. Их часто сравнивают с печками, которые выдают больше дров, чем в них положили. А ещё в быстром реакторе можно до конца использовать недожжённый в тепловом реакторе уран-235 (ту самую пятую часть) и дожигать самые вредные изотопы, которые образуются при работе топлива. Получается безотходное производство.

Казалось бы, выгода очевидна, почему тогда в мире сейчас работает больше сотни АЭС с тепловыми реакторами и всего одна — с быстрыми? Потому, что быстрые реакторы очень сложны в обращении.



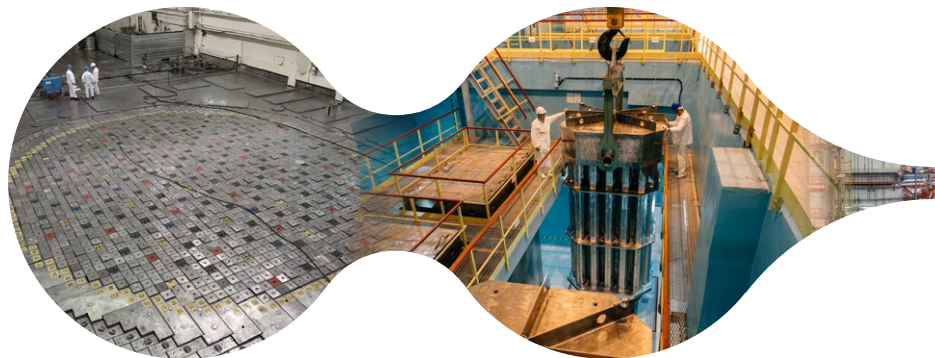
Спектр нейтронов



Замедлитель



Теплоноситель



РБМК

Тепловой

Графит

Вода

ВВЭР

Тепловой

Вода

Вода



Проблема теплоносителя

Если мы хотим, чтобы нейтроны в реакторе не замедлялись, в качестве теплоносителя нужно использовать использовать не воду, а более экзотические вещества — например, жидкие металлы. На эту роль в разное время пробовали ртуть и жидкий натрий, смесь свинца и висмута. Эти материалы довольно капризны и требуют большой осторожности. Ртуть ядовита, а натрий горит на воздухе и взрывается в воде. Несмотря на это, эксперименты с ними ставили в разных странах: в США и СССР даже строили атомные реакторы для подводных лодок с жидкометаллическими теплоносителями.

Так будет выглядеть опытно-демонстрационный энергетический комплекс — с реактором БРЕСТ, заводом переработки облучённого топлива и модулем фабрикации тепловыделяющих элементов

На японской АЭС Мондзю реактор на быстрых нейтронах построили и запустили, но в 1995 году уронили в жидкий натрий трёхтонную трубу, что положило конец эксперименту. Во Франции опыты с жидким металлом пришлось на середину 1980-х и были свёрнуты под давлением общественности, напуганной Чернобылем.

В результате энергетические реакторы на быстрых нейтронах прижились только в России. Это БН-350 в Шевченко (ныне Актау, Казахстан; выведен из эксплуатации), БН 600 и БН-800 на Белоярской АЭС, все с жидким натрием, омывающим активную зону. Собираются строить и новый, более мощный натриевый реактор. Но это уже отработанная технология. На очереди новый тип реактора — с жидким свинцом. Первым должен стать БРЕСТ.

Операция Pb

У свинцового теплоносителя много преимуществ. Первое — он почти не замедляет нейтроны. Второе — свинец превращается в газ при огромной температуре, 1749 °C. Для сравнения: температура в активной зоне реактора — около тысячи градусов. Атомщики в целом благосклонно относятся к идее теплоносителя, который сложно вскипятить и из которого можно выделить водород: в 2011 году водород из воды, вскипев, взорвал реактор на Фукусимской АЭС. Но главный плюс свинца — способность бороться с большинством видов радиации. Помните свинцовый фартук в рентгеновском кабинете? В случае аварии свинец как раз и послужит таким фартуком — или пробкой, которая застынет и навсегда похоронит радиоактивный материал.



БН

Быстрый

Жидкий натрий

БРЕСТ (строится)

Быстрый

Жидкий свинец

Однако реакторов с жидким свинцом до сих пор не строили. Вероятно, сыграла роль его коррозионная активность: мало какие материалы могут долго соседствовать со свинцом. Строители нового реактора БРЕСТ заявляют, что решили эту проблему — научились контролировать содержание кислорода в свинцовом расплаве. Кислород создаёт на поверхности стали оксидную плёнку, устойчивую к действию свинца даже при высоких температурах, поэтому тот, кто управляет кислородом, управляет всеми материалами внутри активной зоны.

Перед тем как запустить БРЕСТ, в него заливают 10 тыс. тонн свинца (960 м³). В отсутствие ядерного топлива его будут подогревать специальные батареи. Свинец останется в активной зоне навсегда — ну, или до конца жизни реактора.

Скептики и энтузиасты

Построив БРЕСТ и предприятия по переработке топлива вокруг него, российские атомщики собираются продемонстрировать замкнутый ядерный топливный цикл. Из отработавшего топлива быстрого реактора будут делать новое топливо. В этом круговороте можно будет полностью использовать отработавшее ядерное топливо, запасы обеднённого урана, плутониевые боеголовки — всё, что сейчас лежит без дела.

Звучит здорово, но у проекта есть критики. Они указывают на то, как дорого стоят быстрые реакторы и технологии ресайклинга. Разработчики отвечают им своими доводами — получается такой пинг-понг из аргументов и возражений.

ЗА. Тепловые реакторы требуют обогащённого урана, а обогащение — это очень дорого. В замкнутом цикле потребуется меньше урана-235, а однажды от него и вовсе можно будет отказаться.

ПРОТИВ. Выделять плутоний из отработавшего топлива очень сложно. Если свежие **тепловыделяющие сборки** можно трогать руками в перчатках, то с топливом из активной зоны нужно обращаться с помощью роботов-манипуляторов — за метровой толщины стеклом. Это может свести на нет все экономические выгоды!

ЗА. Радиохимический завод специально строят рядом с БРЕСТом: всё будет на одной площадке, извлечённое из реактора топливо не придётся никуда везти. К тому же в БРЕСТе будут дожигать опасные изотопы, а значит, можно будет сэкономить на защи-

щённых хранилищах опасных радиоактивных отходов.

Мирные превращения

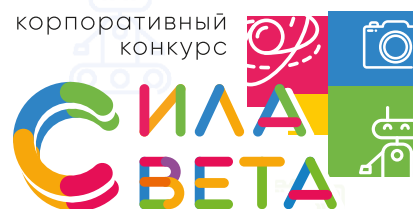
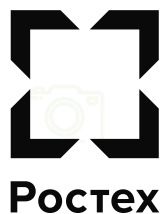
В реакторах на быстрых нейтронах уран-238 эффективно превращается в плутоний. Изотоп ²³⁹Pu используется в атомных бомбах, поэтому рядом с названием этого элемента мы привыкли видеть слово «оружейный». В натриевых БН-реакторах на Белоярской АЭС плутоний — действительно оружейного качества — нарабатывается во внешнем слое активной зоны (так называемом бланкете). Цепная реакция в этом слое не идёт — только превращение урана в плутоний.

Эта встроенная функция не делает быстрым реактором рекламы, даже наоборот: из-за возможности наработки оружейного плутония в бланкете МАГАТЭ не может одобрить их экспорт. Виноват во всём натрий: именно из-за него БН-реакторам нужны бланкеты. А вот свинец действует на нейтроны иначе, поэтому в таком реакторе бланкетов нет — плутоний и так нарабатывается, но не в том виде, который нужен военным.

Реактор, который не умеет делать начинку для бомб, — это хорошо. Сейчас в мире действуют международные соглашения, задача которых — обеспечить режим нераспространения ядерного оружия, чтобы те страны, у которых такого оружия нет, продолжали в том же духе. Свинцовый реактор на быстрых нейтронах поддерживает режим нераспространения сразу с двух сторон: он и не нарабатывает оружейный плутоний, и снижает необходимость в обогащении урана, который при желании тоже можно использовать не в мирных целях.

На стройплощадке БРЕСТа пока залит лишь бетонный «стакан» для будущей активной зоны, но реактор давно существует в виртуальной реальности. Инженеры Росатома создали компьютерную модель со всеми полутора сотнями топливных сборок, в каждой по сотне-другой тепловыделяющих элементов, в каждом по сотне топливных таблеток. Компьютер позволяет моделировать ядерные реакции и другие процессы, идущие в сердце реактора. Настоящие начнутся с пуском реактора в 2026 году. Ещё через два года топливо из активной зоны можно будет направить на переработку. Оболочки топливных стержней расплавят, остатки урана-238 отделили от плутония, и последний пойдёт на новое топливо. Ну как новое? Ядерное топливо second hand. ^ _ ^

Тепловыделяющая сборка — это пучок тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ). Каждый ТВЭЛ представляет собой стержень, собранный из топливных таблеток — маленьких блоков ядерного топлива — и упакованный в металлическую оболочку.



 @shvabe_silasveta

ПЕРВЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ

«Сила света» – это конкурс научных проектов по оптике для молодежи от 14 до 18 лет.

Номинации:

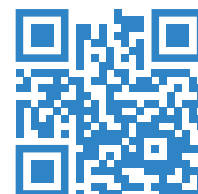
- ★ «Космическая техника и наземные комплексы для исследования Земли и Вселенной»
- ★ «Оптические приборы на службе человека»
- ★ «Оптика – наука XXI века»

Ты сможешь:

- ★ реализовать свой научный проект;
- ★ пройти стажировку на ведущих предприятиях оптической отрасли;
- ★ получить возможность целевого обучения по перспективным направлениям в ведущих технических вузах;
- ★ выиграть денежный приз на реализацию своей идеи.

**Свою заявку и проект ты можешь подать
в один из 13 региональных отборочных комитетов!**

СДЕЛАЙ ШАГ К НОВЫМ ВОЗМОЖНОСТЯМ!



Не Тутанхамон

Топ-5 фараонов по мнению египтолога

✎ Ольга Фадеева

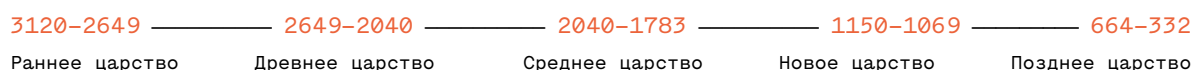
Иные рождаются великими, другие достигают величия, а третьи нанимают специалистов по связям с общественностью. Эти слова приписывают американскому историку Дэниелу Бурстину, жившему в XX веке. Фараон Хеопс, создатель одноимённой пирамиды, правил Египтом в XXVI веке. До нашей эры. Но это мало что меняет — профессия пиар-менеджера, похоже, была третьей древнейшей и появилась уже тогда. Не этим ли объясняется немеркнущая слава Хеопса? И Рамсеса II, и Тутмоса III, и Аменхотепа III, и Хатшепсут? И да, Тутанхамона. По просьбе «КШ» египтолог Максим Лебедев назвал нескольких египетских царей, которые заслуживают не меньшего внимания, хотя сегодня их имена вряд ли на слуху.



Погребальная маска Тутанхамона. Каирский египетский музей

Если не учитывать доисторические и додинастические времена (период правления 30 царских династий), египетская история делится на три больших этапа: Старое, оно же Древнее, царство (2649–2040 годы до н. э.), Среднее (2040–1783 годы до н. э.) и Новое (1150–1069 годы до н. э.). Но внутри этой периодизации есть своё дробление. Так, Старому царству предшествует Раннее — самый древний династический период в истории Египта, продолжавшийся с 3120 по 2649 год до н. э. Между Старым, Средним и Новым царствами выделяют Первый, Второй и Третий переходный периоды. А ещё есть Позднее царство — время борьбы Египта за независимость (664–332 годы до н. э.). Борьба закончилась поражением: страна была завоёвана сначала Персидской империей, а потом Александром Македонским. После этого наступил так называемый Греко-римский период — время македонского и затем римского владычества.

Таймлайн с периодизацией истории Древнего Египта, гг. до н. э.



Изображение Нармера, побивающего врага.
Каирский египетский музей

какие деяния он совершил, скорее всего, не по собственной воле: на момент прихода к власти ему было всего 10 лет. Так что доброго нашего знакомого Тутанхамона едва ли можно назвать великим. А кого же тогда? Загибайте пальцы.

Вначале был Нармер

Как звали: Нармер (в пер. с егип., вероятно, «свиный сом»).

Когда правил: Раннее царство, конец XXXII века до н. э.

Чем отличился: основатель I династии. Объединил Верхний и Нижний Египет.

«Больше всего меня восхищают правители, находившиеся у руля в переломные моменты: им приходилось очень многое создавать собственными силами, — говорит Максим Лебедев. — Нармер стоял у истоков древнеегипетского централизованного государства: он объединил и создал целую страну, наладил администрирование на огромной, слабо заселённой территории. Это была крайне сложная задача — настоящий челлендж, с которым он, судя по всему, успешно справился».

Надо сказать, что на протяжении всей истории Древнего Египта основным богатством страны, как ни странно, были не полезные ископаемые и даже не плодородные земли Нила, а люди. Потому что их не хватало. В эпоху объединения Верхнего и Нижнего Египта речь, вероятно, шла о сотнях тысяч человек, в период строительства пирамид — о полу-миллионе-миллионе, а в эпоху Нового царства — о двух-трёх миллионах (два округа Москвы!). Это были все подданные царя, и жили они на весьма обширной территории — больше тысячи километров с севера на юг. «Важно помнить, что без средств связи и тех способов контроля, которые есть сегодня, реализовать подобный проект было очень круто. Поэтому первый великий царь — Нармер», — резюмирует Максим.

Вот, например, Тутанхамон, известный почтенной публике прежде всего благодаря открытию в 1922 году его гробницы, которая была разграблена лишь частично (редкая удача!). Среди поклонников группы «Наутилус Помпилиус» он также прославился тем, что «был очень умен», а среди египтологов — как царь, который провёл так называемую реставрацию.

А дело было так. Предполагаемый отец Тутанхамона, Эхнатон, всю свою 17-летнюю карьеру фараона боролся с «бе-сами». В смысле, с культами старых египетских божеств, одновременно продвигая своего любимого бога Атона — олицетворение солнечного диска (из-за чего некоторые даже считают Эхнатона прародителем монотеистической религии). Тутанхамон же, как подобает сыну царя-реформатора, презрел «антихриста», восстановил в правах старых богов, перенёс столицу Египта обратно в Мемфис и... скоротечно скончался в 19 лет. Но даже эти, не бог весть



Стройка века. Бронзового

Как звали: Нечерихет (в пер. с егип. — «божественный плотью»).

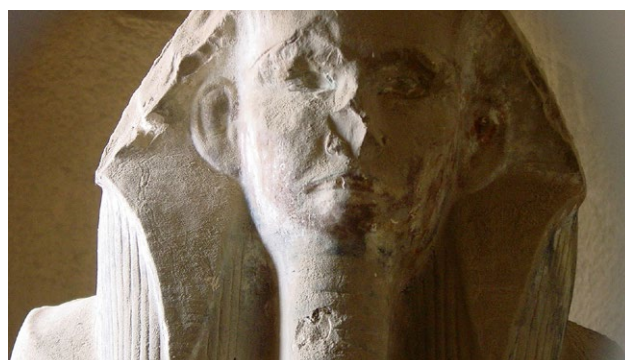
Когда правил: примерно с 2665 по 2645 год до н. э.

Чем отличился: основатель III династии. Построил первую пирамиду.

Второй в нашем топе — Джосер, или, как его называли современники, Нечерихет, фараон III династии и основатель Древнего царства, при котором завершилось объединение Верхнего и Нижнего Египта. А ещё именно Джосер построил первую пирамиду (в Саккаре) при помощи своего архитектора Имхотепа. Она была ещё ступенчатой, но стала древнейшим из крупных каменных строений в истории человечества. «На территории Турции сейчас находят очень интересные неолитические каменные постройки, но они не идут ни в какое сравнение с огромным погребальным комплексом, который создали фараон Джосер и архитектор Имхотеп, — рассказывает Максим Лебедев. — Древние египтяне почитали их обоих и даже обожествляли Имхотепа. Это и понятно, молодому египетскому государству пришлось решать беспрецедентно сложные задачи. Блоки для пирамиды нужно было добыть, перетащить, а рабочих обеспечить всем необходимым как с инженерной, так и с житейской точки зрения: кормить, обувать, одевать,

↑ Пирамида Джосера в Саккаре

↓ Фрагмент статуи Джосера. Каирский египетский музей



обеспечивать паёк, который заменял зарплату, и т. д. Денег тогда не существовало, то есть обмен был натуральным: рабочая сила взамен на ткани, зерно, сушёную рыбу. Для реализации проекта требовалось и большое количество меди — одного из важнейших ресурсов, который по значению можно сравнить разве что с нефтью сегодня. Медь везли из Восточной пустыни и с территории Синая. Нужна она была прежде всего для изготовления инструмента, а ещё — погребального инвентаря. На обработку камня уходило огромное количество металла, потому что в силу своей мягкости он банально стёсывался.

Гладкость — сестра таланта

Как звали: Снофру (в пер. с егип. — «сделавший меня прекрасным (молодым)»), тронное имя — Небмаат («владыка Маат»).

Когда правил: Древнее царство, примерно с 2613 по 2589 год до н. э.

Чем отличился: основатель IV династии. Самый стойкий фараон, подготовивший строительство Великих пирамид.

Снофру был отцом Хуфу (Хеопса), того самого царя, который построил Великую пирамиду в Гизе — самую высокую из всех: 146,6 метра. «О Хуфу знают все, о Снофру слышали немногие, — говорит Максим Лебедев. — Хотя на самом деле, не будь Снофру, не было бы и Великой пирамиды. Хуфу в целом лишь воспользовался достижениями своего отца, как впоследствии это сделает Рамсес II. При этом Рамсес хорошо известен, а его отец Сети I — нет».

Снофру сначала закончил пирамиду предшественника, а потом построил собственную. И это должна была быть уже истинная пирамида — не ступенчатая, а с гладкими гранями. Проект оказался неудачным: по погребальной камере пошли трещины, и Снофру пришлось срочно завершать пирамиду под другим углом — она получилась ломаная. «Но на этом он не остановился и построил третью пирамиду, которая тоже имела гладкие грани, — продолжает Максим. — Чтобы возвести её, Снофру использовал большие блоки, а не маленькие, как раньше. Я выделяю его потому, что он не отступил, проявил характер и добился того, чего хотел. Именно при нём, пожалуй, был перемещён наибольший объём камня за всю историю древнеегипетской цивилизации. А ещё Снофру был великим завоевателем и обеспечил контроль египетского государства за всеми ресурсами, необходимыми для строительства пирамид, из Нубии, Синай, Восточной и Западной пустынь, а также Леванта».



Фрагмент статуи
Снофру.
Каирский египетский
музей

Первый египтолог

Максим Лебедев, египтолог и популяризатор науки, старший научный сотрудник Института востоковедения РАН.

Если говорить о наиболее выдающихся фигурах Древнего Египта, то, помимо фараонов, я бы назвал египетского царевича Хаэмуаса, одного из многочисленных сыновей Рамсеса II. Он был верховным жрецом бога Птаха в Мемфисе и сыном царицы Иситнофрет. Многие мои коллеги считают его первым археологом. Это удивительно, но древние египтяне интересовались памятниками былых эпох и своим прошлым уже

в период Древнего царства! В той же пирамиде Джосера в огромном количестве были найдены сосуды с именами его предшественников. Велись споры, из каких закромов он их вытащил — неужели из древних гробниц? Это науке пока неизвестно, но факт остаётся фактом: зачем-то он сделал это. Что касается Хаэмуаса, то он активно интересовался прошлым своей страны и фактически вёл раскопки на территории древних некрополей Мемфиса, Саккары и Гизы. Он расчищал и восстанавливал пирамидные комплексы царей Унаса, Шепсескафа, Сахура, Джосера, Усеркафа, солнечный храм Ниусерра, которые были старше его самого

на тысячу лет. Он же выкопал и переместил в Мемфис статую родственника Хуфу — царевича Кауаба.

А поскольку Хаэмуас, как и его отец, не стеснялся рассказывать о своих достижениях и оставил довольно внушительные реставрационные надписи, память о нём пережила столетия. В первом тысячелетии до нашей эры возник целый цикл сказаний о мудреце, который бродит среди гробниц в поисках тайного божественного знания. У меня даже есть ощущение, что он мог бы понять современных археологов: этот царевич, живший более трёх тысяч лет назад, кажется, был близок по духу современным учёным.



Голова сфинкса, возможно, имеющего портретные черты Аменемхета I. Метрополитен-музей, Нью-Йорк

Великий лекарь

Как звали: Аменемхет I или Сехетеп-иб-ра (в пер. с егип. — «тот, кто умиротворяет сердце Ра»).

Когда правил: Среднее царство, примерно с 1991 по 1962 год до н. э.

Чем отличился: основатель XII династии. Преодолеl «время болезни».

К концу третьего тысячелетия до нашей эры Египет оказался в глубоком кризисе. В значительной степени это было связано с климатическими изменениями в Северной Африке, которые вызвали экологический кризис, а также усугубили социальные и экономические трудности. Египет, по всей видимости, прекратил своё существование как единое централизованное государство, и началась эпоха смут — «время болезни», как называли период между Старым

и Средним царствами египтяне. Обрушившиеся беды они объясняли утратой царями полноценной божественной природы.

«Из этого состояния страну вытащили правители Среднего царства, — говорит Максим Лебедев. — И самым примечательным из них был, пожалуй, Аменемхет I, выдающаяся личность, о которой тоже мало кто знает, хотя этот фараон преодолел „время болезни“ и восстановил государственное единство. Он же стал первым правителем с эпохи Старого царства, построившим собственную пирамиду. Интересно, что строил он её во многом из блоков, использованных при возведении погребальных комплексов его предшественников, — разбирая старые памятники. Почему он так делал, неизвестно: то ли торопился, то ли эти камни имели для него особое значение. Мол, смотрите, я собираю в своём погребальном памятнике достижения великих правителей прошлого».

↓ Барельеф с изображением Тутмоса I.
Метрополитен-музей,
Нью-Йорк



→ Обелиск Тутмоса I
в Карнакском храме



Отец империи и женщины-фараона

Как звали: Тутмос I (в пер. с егип. — «рожденный Тотом»).

Когда правил: Новое царство, с 1504 по 1492 год до н. э.

Чем отличился: фараон XVIII династии. Одержав ряд военных побед, расширил границы Древнего Египта и обогатил его.

«Если говорить о Новом царстве, там можно назвать много выдающихся правителей, — продолжает Лебедев. — От этой эпохи до нас дошло гораздо больше источников, мы лучше знаем её царей. К этому периоду принадлежали Рамсес II и Тутанхамон, но я бы остановился на Тутмосе I. Он был великим воителем и отцом знаменитой женщины-фараона Хатшепсут. Фактически он и создал великую египетскую империю эпохи Нового царства».

Ситуация была такая: воспользовавшись сменой фараонов, восстала Нубия. И, несмотря на испепеляющую жару (египтяне обычно не выступали в нубийские походы летом), Тутмосу I удалось подавить восстание. Он якобы лично сразил нубийского вождя и повесил его труп на носу своей лодки — для устрашения непокорных. На этом царь не успокоился и предпринял новый поход — в Азию. Одержав ряд значительных побед на Ближнем Востоке, Тутмос I приказал соорудить на берегу Евфрата, вероятно, в районе города Каркемиш, стелу, отмечающую северный рубеж его владений. В покорённых областях фараон захватил несметные ценности и обязал население платить ему дань. Всё это обогатило Древний Египет, и он расцвёл как никогда прежде. «Известно и то, что Тутмос I — великий строитель. По его указанию были возведены храмы по всей долине Нила. Это крайне интересная, важная и недооценённая личность. Плодами его усилий пользовались другие знаменитые фараоны: Аменхотепы, Рамсесы и прочие», — заключает Максим Лебедев. ^ _ ^

10 древнерусских

которые стоит прочитать в XXI веке

✎ Наталья Пелезнева

Десять лучших современных романов? Сто самых рейтинговых сериалов? А вот вам десять древнерусских письменных памятников, которые должен прочитать каждый! Историк Наталья Пелезнева составила для читателей «Кота Шрёдингера» такой список.

Что мы знаем о Древней Руси? Воины-богатыри, князья-соперники, белокаменные церкви и шитые золотом одежды... Казалось бы, за тысячу лет мир изменился до неузнаваемости. Кому-то люди той эпохи кажутся почти дикарями: нелепые верования, бесконечные войны, да и высокоскоростного интернета в те времена вроде бы не было. Другие воспринимают древность как источник великой мудрости предков, а святую Русь видят оплотом чистоты и духовности. Большинство из нас знает о той эпохе по учебникам, книгам и кино. Но вот подумайте: захотелось вам составить чёткое представление о некоем человеке, условном Васе. И вам предлагают фильм, который снял режиссёр на основе сценария, который сделан по мотивам книги, которую написал беллетрист на базе другой книги, которую составил историк, изучивший исследования других историков, читавших посты в социальных сетях этого самого Васи. Согласитесь, это слишком длинная цепочка. Именно поэтому мы советуем познакомиться с Древней Русью через произведения, созданные именно в ту эпоху.

Открыв тексты, вы убедитесь, что у их героев не было готового ответа на вопрос «как правильно». Князей, например,

принято изображать как мудрых правителей, уверенно ведущих свою страну в будущее. А на самом деле они постоянно сомневались в своих решениях, совершали ошибки и расплачивались за них. Да и сама «страна», как мы её себе представляем, появилась далеко не сразу. Древняя Русь столетиями оставалась союзом небольших самостоятельных княжеств, и её жители считали себя в первую очередь новгородцами, киевлянами или суздальцами, а уже потом «русскими людьми». Литературные памятники показывают, какой непростой путь прошли эти земли перед тем, как объединиться.

При этом нам, привыкшим к высоким технологиям и стремительному темпу жизни, Средневековье может казаться размеренной, предсказуемой — ужасно скучной эпохой. Почитав тексты из нашей подборки, вы увидите, что скучать в те годы было некогда. Перед людьми, как и сегодня, стояло множество проблем, и решать их было, пожалуй, ещё труднее, чем в XXI веке.

Литература Древней Руси помогает найти баланс: не преклоняться перед «всезнающими предками», но и не относиться к прошлому снисходительно.

КИХ ТЕКСТОВ,

Слово о законе и благодати



XI век

О чём: как Русь начала искать своё место в мире
Кому стоит прочитать: любителям отсылок и пасхалок

Можно сказать, что это самое-самое первое произведение русской литературы. С этой речи киевского митрополита Илариона начинается история древнерусской словесности — более ранние произведения до наших дней не дошли. Благодаря Ярославу Мудрому Иларион стал первым митрополитом-русином, до него этот пост занимали люди из Византии. Учёные спорят, зачем это понадобилось Ярославу, а вот влияние Илариона на древнерусскую культуру сомнений не вызывает. «Слово...» — прекрасный образец средневекового красноречия. Это торжественный, возвышенный и крайне сложно сконструированный текст. В нём переплетается множество библейских цитат — чтобы опознать их все, вам придётся поминутно заглядывать в комментарии. Средневековые читатели не меньше наших

современников ценили отсылки — впрочем, их использовали не ради развлечения, а чтобы добавить дополнительный символический слой. Речь Илариона знаменита не только сложной формой, но и крайне смелым содержанием. Митрополит рассказывает, как ветхозаветный «закон» сменился христианской «благодатью», к которой могут приобщиться все народы; рассуждает о единстве всех христиан и подчёркивает, что молодой народ Руси занимает равное положение с теми, кто принял веру столетия назад, в том числе с Византией.

Цитата: «Ибо вера благодатная распростёрлась по всей земле и достигла нашего народа русского. И озеро закона пересохло, евангельский же источник, исполнившись водой и покрыв всю землю, разлился и до пределов наших. И вот уже со всеми христианами и мы славим Святую Троицу».

Повесть временных лет

Начало XII века

О чём: история Руси год за годом

Кому стоит прочитать: фанатам легенд и политических интриг

Самая ранняя русская летопись, сохранившаяся в полном объёме. Начинается она, как и положено, с незапамятных времён — с «разделения земли» после Всемирного потопа. Как и Иларион, составители летописи стремились включить Русь в контекст мировой истории. Впрочем, большая часть текста посвящена вполне реальным событиям X–XI веков. Читая «Повесть...», мы узнаём, какие явления древнерусской жизни привлекали внимание её создателей, что казалось им важным. Конечно, на летописных страницах немало политики. Князья боролись за власть, горожане бунтовали, а воинственные соседи становились то врагами, то союзниками. Но книжники не забывали писать и о постройке новых храмов, и о рождении детей в княжеских семьях, и о необычных явлениях природы. Кометы и солнечные затмения считались знаками, способными предвещать беду или, наоборот, большую удачу. А ещё летопись сохранила многие легенды. Например, в составе «Повести...» до нас дошло знаменитое предание об апостоле Андрее. Он якобы посетил земли, где потом возникнет Новгород, и подивился обычаю местных жителей мыться в банях, хлеща друг друга вениками. Особенности языка показывают, что эта часть летописи действительно воспроизводит новгородский устный рассказ.

Цитата: «В год 6573* (1065). Пошёл Святослав на Ростислава к Тмуторокани. Ростислав же отступил из города — не потому, что испугался Святослава, но не желая против своего дяди оружия поднять. <...> В те же времена было знамение на западе: звезда великая, с лучами как бы кровавыми; с вечера всходила она на небо после захода солнца, и так было семь дней. Знамение это было не к добру. После того были усобицы многие и нашествие поганых на Русскую землю, ибо эта звезда, как бы кровавая, предвещала кровопролитье».

* Традиционное для средневековых источников летоисчисление «от сотворения мира».





Изборники 1073 и 1076 годов

XI век

О чём: правила жизни для успешных людей
Кому стоит прочитать: ценителям мотивирующих цитат

Эти сборники поучительных изречений — одни из древнейших сохранившихся рукописных книг Древней Руси. Раньше заказчиком обеих считали князя Святослава, сына Ярослава Мудрого. Сейчас учёные не уверены ни в личности заказчика книги 1076 года, ни в том, кто собирал цитаты, — болгарские или древнерусские писцы. Несомненно одно: подборки составляли весьма начитанные люди, способные уместить в небольшой книжке целую библиотеку мудрых изречений. «Изборники» сразу полюбились древнерусским читателям и стали образцом для множества подобных книг. Благодаря им мы можем узнать, что читала элита Древней Руси (хотя бы в отрывках), а ещё — какие тексты церковь запрещала: в Изборник 1073 года включили «список отрёченных [запрещённых] книг». В сборниках есть и общие рассуждения о праведной жизни, и конкретные советы для множества жизненных ситуаций: как найти верных друзей и сохранить их дружбу, к чьему мнению прислушиваться и даже как вести себя на пиру, чтобы потом не пожалеть.

Цитата: «Чадо, жизнью своей испытай свою душу и пойми, что ей вредно, и не дай ей этого: не годится ведь всё и всем, не всякая душа всему благоволит».



Сказание о Борисе и Глебе

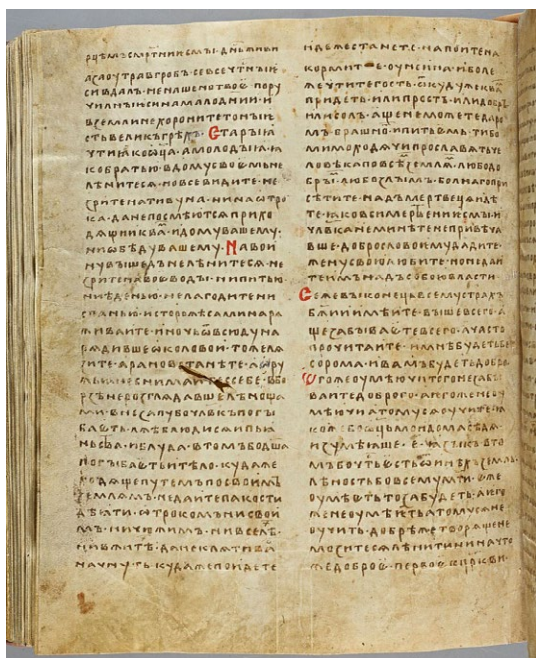
XI век

О чём: жизнь и смерть главных древнерусских святых
Кому стоит прочитать: желающим понять, во что верила Древняя Русь

Борис и Глеб, младшие сыновья крестителя Руси Владимира, — уникальные фигуры в древнерусской истории. Они стали первыми «собственными» святыми Руси, их столетиями почитали и князья Рюриковичи, и простой народ. В отличие от многих святых, братья не были жертвами язычников или старцами-монахами: они погибли совсем молодыми в семейной распре. «Сказание...» сообщает, что убить Бориса и Глеба повелел их брат Святополк, желая устранить конкурентов в борьбе за киевское княжение. Хотя он и был старшим, у него имелись основания опасаться конкурентов. Историки, впрочем, подозревают ещё

одного Владимировича — Ярослава Мудрого. Так или иначе, культ святых княжичей стал важнейшим на Руси, и «Сказание...» сыграло в этом большую роль. Оно закрепляло жёсткую иерархию: младшие всегда подчиняются старшим, недаром Борис и Глеб не подняли руки на брата даже ради спасения жизни. Это не означало, что Святополк поступил правильно, — его проклинали все, кто о нём писал. В идеале старшие князья должны были заботиться о младших, а те — беспрекословно подчиняться. Только так, считали Рюриковичи, возможно сохранить спокойствие на Руси и не погубить княжеский род в усобицах.

Цитата: «Про себя же [Борис] думал: „Если пойду в дом отца своего, то многие люди станут уговаривать меня прогнать брата, как поступал, ради славы и княжения в мире этом, отец мой до святого крещения. А ведь всё это преходяще и непрочно, как паутина. <...> Что приобрели братья отца моего или отец мой? Где их жизнь и слава мира сего, и багряницы, и пиры, серебро и золото, вина и меды, яства обильные, и резвые кони, и хоромы изукрашенные и великие, и богатства многие, и дани и почести бесчисленные, и похвальба боярами своими? Всего этого будто и не было: всё с ним исчезло, и ни от чего нет подспорья — ни от богатства, ни от множества рабов, ни от славы мира сего“».



Поучение Владимира Мономаха

XII век

О чём: личный опыт управления княжеством
Кому стоит прочитать: менеджерам любого звена

Этот текст иногда относят к популярному средневековому жанру поучения детям, но на деле он не уместается в жанровые рамки. В нём есть и знакомое нам переплетение цитат, и дотошное перечисление почти 70 военных походов Мономаха, и даже описание его успехов на охоте — князь рассказывает, как в юности «ловил руками» диких коней. Не обошлось и без наставлений. Мономах сформулировал, как сочетать христианские нормы поведения с практикой управления княжеством. Он призывает потомков заботиться о подданных, судить справедливо и не осквернять себя смертной казнью виновных. Мономах не был противником насилия, об этом говорит внушительный список его побед. Но стремился соответствовать своему кодексу. В «Поучение» вошло личное письмо князя, написанное в один из самых скорбных моментов его жизни. Сын Владимира погиб в битве, бросив вызов двоюродному брату Мономаха Олегу. Ему и адресовано полное печали письмо Владимира:

князь предлагает брату примирение и обещает не мстить. Так Мономах ещё раз закрепляет позицию, знакомую нам по сюжету о Борисе и Глебе: ради мира младшие должны подчиниться старшим.

Цитата: «А вот что я в Чернигове делал: коней диких своими руками связал я в пущах десять и двадцать, живых коней, помимо того, что, разъезжая по равнине, ловил своими руками тех же коней диких. Два тура метали меня рогами вместе с конём, олень меня один бодал, а из двух лосей один ногами топтал, другой рогами бодал; вепрь у меня на бедре меч оторвал, медведь мне у колена потник укусил, лютый зверь вскочил ко мне на бёдра и коня со мною опрокинул. И Бог сохранил меня невредимым».



Слово о полку Игореве

Скорее всего, конец XII века

О чём: поэма о военном походе, воспевающая поражение
Кому стоит прочитать: ценителям высокой поэзии
и громких разоблачений

Пожалуй, самый известный памятник древнерусской литературы, знакомый многим по школьной программе. В «Слове...» нашлось место и эпическому повествованию о военном походе, и тонкой лирике, и полужыгическим фольклорным мотивам. Кроме того, это источник сведений о сложных взаимоотношениях русских князей и об их конфликтах с обитателями степи. «Слово...» многое рассказывает о культуре Древней Руси, причём не только о церковной, но и о светской, а это большая редкость. История самого «Слова...» не менее захватывающая, чем описанные в нём события. Произведение дошло до нас в единственной рукописной копии — её обнаружили в конце XVIII века, а 20 лет спустя книга сгорела в московском пожаре 1812 года. Учитывая это, некоторые учёные сомневались в подлинности памятника. Окончательно доказать, что «Слово...» не подделка, удалось только в начале XXI века. Великий лингвист Андрей Зализняк проанализировал языковые особенности этого текста и других древнерусских памятников и выяснил, что настолько точно воспроизвести язык той эпохи в XVIII веке было невозможно: многие лингвистические закономерности, заметные в «Слове...», ещё не были открыты.

Цитата: «Долго тёмная ночь длится. Заря свет зажгла, туман поля покрыл, щёкот соловьиный затих, галичий говор пробудился. Русичи широкие поля червлёными щитами перегородили, ища себе чести, а князю — славы».

Житие и хождение игумена Даниила из Русской земли

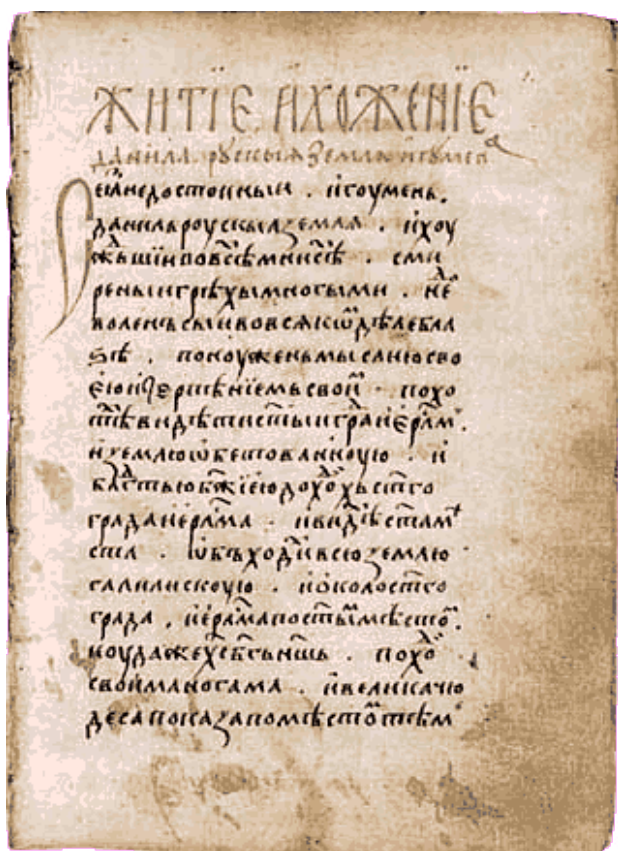
XII век

О чём: путевые заметки
Кому стоит прочитать: подписчикам тревел-блогов

Увлекательный рассказ монаха о паломничестве в Палестину в начале XII века — вскоре после того, как эти земли перешли в руки крестоносцев. Судя по количеству рукописных копий, «Хождение...» было одной из популярнейших небогослужебных книг на Руси. Даниил, в отличие от многих других книжников, совсем не старается украсить свою речь, пишет просто и ясно. Его задача — как можно более правдиво описать свой путь и помочь читателю пережить тот же трепет, который испытал сам паломник при виде чудес Святой земли. Маршрут изображён в деталях, Даниил указывает точные расстояния и предупреждает, где путников могут подстеречь разбойники. Он сообщает, где поселился и как находил провожатых, без сожаления тратя «бедный свой добыток». Паломник не умолчал ни о злоключениях, ни об удачах: вот его грабят пираты, а вот его уже взял под личное покровительство сам король Балдуин I Иерусалимский. Но какие бы приключения ни ждали на чужбине, Даниил никогда не забывает, что он «игумень Руския земля». Например, молясь за князей, он перечисляет их имена в порядке, отражающем иерархию власти в русских княжествах.

Цитата: «Иордан-река течёт быстро, берега же её с той стороны круты, а с этой пологи. Вода очень мутная и вкусная для питья; не насытиться, когда пьёшь воду ту святую; от неё — ни болезни, ни расстройства желудка у человека. Во всём похож Иордан на реку Сновъ — и шириной, и глубиной, и тем, что петляет и очень быстро течет, как и Сновъ-река».







Русская Правда

Начиная с XI века

О чём: первые законы Древней Руси

Кому стоит прочитать: тем, кто знает и отстаивает свои права

Древнейший сборник светских правовых норм Руси, который использовали вплоть до XV века. Учёные до сих пор спорят, какой из вариантов считать самым ранним и когда эти нормы начали складываться. «Русская Правда» многое рассказывает о преступлении и наказании в Средние века: как искали и карали воров и убийц, как делили наследство, как выплачивали долги. Впрочем, некоторые провинности, описанные в памятнике, могут удивить нас. Например, там оговаривается, какой штраф необходимо заплатить за кражу бобра с чужой земли или за повреждение чужой бороды (но только в том случае, если бороду «порвали» при свидетелях). А ещё этот памятник — бесценный источник сведений о сословной структуре древнерусского общества: помните смердов, холопов и закупов?

Цитата: «Если вор не будет обнаружен, то пусть ищут по следу; если след будет к селу или к торговому стану, а люди не отведут от себя следа, не поедут вести расследование или силой откажутся, то им платить украденное и штраф князю; а вести расследование с другими людьми и со свидетелями; если след потеряется на большой торговой дороге, а рядом не будет села или будет незаселённая местность, где нет ни села, ни людей, то не оплачивать ни штрафа князю, ни украденного».

Вопрошание Кириково

XII век

О чём: как Русь усваивала христианство на практике

Кому стоит прочитать: интересующимся народной культурой

Древнерусское право не ограничивалось светскими нормами. Не менее важны были правила, которые устанавливала церковь. В этом памятнике новгородский монах Кирик собрал ответы на важнейшие вопросы о том, как должны вести себя священники и прихожане. «Вопрошание...» многое рассказывает о церковных обрядах и о том, как жили простые верующие: о чём рассказывали священнику, в каких проступках каялись, чего боялись. Эта книга — важнейший источник сведений о «народном христианстве», в котором мирно уживались вера и суеверие. Памятник составлен в середине XII века, к тому моменту жители Руси были христианами уже полтора столетия. Тем не менее Кирик то и дело замечает чуждые церкви обычаи: колдовство, привороты и даже жертвы языческим божествам. При этом русское духовенство относилось к «волшеб» мягче, чем западноевропейское, и назначало куда менее суровые наказания. Учёные считают, что священнослужители шли на некоторые уступки прихожанам, чтобы не отпугнуть их от церкви вовсе.

Цитата: «Я прочитал ему из некоторой заповеди, что если в воскресенье, и в субботу, и в пятницу ляжет человек и зачнёт дитя, то будет либо тать, либо блудник, либо разбойник, либо трусливый, и родителям — епитимья два года. — „А те книги годятся, чтобы их сжечь“, — ответил Нифонт».



Сказание об убиении в Орде князя Михаила Чер- ниговского

XIII век

О чём: рассказ о смерти за идеалы (с политическим подтекстом)

Кому стоит прочитать: тем, кто хоть раз спорил о том, «было ли иго»



Монгольское нашествие XIII века и дальнейшее подчинение Золотой Орде заметно изменили Древнюю Русь. За эти столетия она из лоскутного одеяла небольших самостоятельных княжеств превратилась в территорию с явно выраженным центром в Москве. Важную роль здесь сыграло то, как древнерусские князья взаимодействовали с политической системой Орды. «Сказание...» сохранило сведения о ранней стадии этого процесса: Михаил был убит в 1246 году. Князь, судя по всему, отправился получать ярлык на княжение. Перед аудиенцией иноземцев заставляли участвовать в языческом ритуале. Михаил, будучи христианином, наотрез отказался это делать и был жестоко убит приближёнными хана. Историки считают, что ритуал был лишь поводом избавиться от Михаила: Батый беспокоил союз князя с венгерским королём. Но для древнерусского книжника гораздо важнее было, что черниговский князь погиб за веру. В X веке новая религия открыла широкие возможности для установления политических, экономических и культурных связей, а в XIII веке христианство становится силой, объединяющей разрозненные русские земли.

Цитата: «Вот какой обычай был у хана и Батыя: когда придет кто-нибудь на поклон к ним, то не велели сразу приводить такого к себе, но приказано было волхвам, чтобы шёл он сначала через огонь и поклонился кусту и идолам. А из всех даров, которые привозили с собой для царя, часть брали волхвы и бросали сначала в огонь, а уже потом к царю допускали и самих пришедших, и дары. Многие же князья с боярами своими проходили через огонь и поклонялись солнцу, и кусту, и идолам ради славы мира этого, и просил каждый себе владений. И им невозбранно давались те владения, какие они хотели получить, — пусть прельстятся славой мира сего». ^ _ ^



ПОРОШОК ИЗ ПАМПЕРСОВ ОПРЕСНИТ МОРСКУЮ ВОДУ

Одноразовые подгузники (не путать с марлевыми, которые стирали, кипятили и гладили мамы и бабушки всех рождённых в СССР и даже новоиспечённых российских граждан) появились ещё в середине XX века. Стоили они дорого, были неудобными, сухость обеспечивали очень относительно и ненадолго. Настоящее счастье — как минимум для родителей, но если верить рекламе, то и для детей — стало возможно только с 1980-х, когда хлопковый и целлюлозный наполнитель в подгузниках заменили **полиакрилатом натрия**.

● Полиакрилат натрия — синтетическое вещество, появившееся на свет в 1966 году стараниями учёных и инженеров, работавших по заказу американского Министерства сельского хозяйства. Им нужно было получить вещество, которое бы удерживало влагу в почве. Спустя пятнадцать лет ему нашли другое применение, оказавшееся сверхуспешным.

Полиакрилат натрия относится к классу суперабсорбентов. Эти полимеры впитывают и удерживают жидкость массой в сотни (!) раз больше собственной. В сухом состоянии полиакрилат натрия выглядит как белый порошок (знакомый нам как искусственный снег) или гранулы (вы наверняка видели такие шарики в горшках с домашними цветами). Молекулы полимера в сорбенте представляют собой длинные свёрнутые цепи, которые при попадании жидкости разворачиваются — и материал превращается в гель, удерживающий влагу. Чтобы убедиться в замечательных свойствах этого вещества, проведём пару опытов: насытим его водой и заставим отдать её обратно.

Что потребуется

- ✓ **Подгузник.** Покупаем или берём из упаковки с разрешения мамы или папы. Либо шарики гидрогеля — их продают в цветочных магазинах.
- ✓ **Ложка.**
- ✓ **Стакан.**
- ✓ **Полиэтиленовый пакет.**
- ✓ **Миска.**
- ✓ **Тёплая вода.**
- ✓ **Духовка.**
- ✓ **Соль.**

Ход эксперимента

Часть I. Добываем вещество

1. Берём подгузник, разрезаем его (да, не самый правильный вариант применения, но не только красота требует жертв). Внутри под внешним слоем находится вата, смешанная с порошком.

2. Выкладываем эту смесь в полиэтиленовый пакет и хорошо встряхиваем. Полиакрилат натрия соберётся в углу. Из одного подгузника можно добыть от половины до целой чайной ложки ценного вещества. Альтернативный способ: купленные гранулы гидрогеля кладем в прочный пакет и дробим молотком. Полученные зёрнышки насыпаем в миску.



Часть II. Насыщаем водой

1. В миску с добытым полиакрилатом натрия наливаем тёплой воды, по массе превышающей порошок в сто или даже тысячу раз.

2. Наблюдаем, как порошок начинает расширяться, поглощая жидкость. В итоге смесь загустеет или даже затвердеет, в зависимости от объёма воды.

Часть III. Извлекаем воду

Способ 1

1. Помещаем полученный гель в тепло (например, в нагретую до 200 °С духовку).
2. Смотрим, как сорбент начинает «отпускать» воду.
3. Высушиваем порошок для повторного применения.

Ни в коем случае не нагревайте гель в микроволновке!

Там другой принцип работы, поэтому нагрев может привести к взрыву.

Способ 2

1. Обильно солим гидрогель.
2. Тщательно перемешиваем.
3. Смотрим и удивляемся: гель на глазах превращается в солёную жидкость с плавающим в ней сорбентом.

Что произошло

Соль буквально высосала воду из нашего геля — мы наблюдали явление осмоса. Как это работает? Молекулы воды могут проникать через мембраны разбухших гранул сорбента, а молекулы соли — нет. Вначале концентрация молекул воды внутри гранул больше, чем снаружи, поэтому они чаще переходят из гранул в соляной раствор, чем наоборот. Число молекул воды в растворе увеличивается до тех пор, пока их концентрации внутри гранул и снаружи не сравняются.

Аналогичный процесс происходит в крови, если ввести в неё слишком концентрированный раствор соли (хлорида натрия): вода из живых клеток будет выходить наружу, и клетки сожмутся, высохнут. Поэтому все внутривенные лекарства вводят в растворе, где концентрация соли такая же, как в плазме крови.

Ещё немного пользы

Шарики гидрогеля добавляют в почву при высадке растений (с этого, как мы помним, всё и начиналось). Во время полива гранулы впитывают воду и разбухают, а при высыхании почвы отдают ей до 95% абсорбированной воды. Очень удобно, когда уезжаешь, оставляя цветы без попечения. Использование сорбентов изучают и как дешёвый способ опреснения воды. Помещённые в солёную жидкость, они впитывают часть воды, которую потом можно выжать. При этом полученная вода оказывается гораздо менее солёной, чем в исходном растворе.

Предлагаем провести такой опыт самостоятельно — возможно, это станет первым шагом на пути к созданию опреснительной установки, которая решит глобальную проблему дефицита питьевой воды. Рано или поздно она затронет все страны. О результатах опыта можете написать в редакцию.

Сдаём ЁГЭ по мультфильмам

Сумеете ли вы ответить
на вопросы, придуманные
школьниками Новосибирской
области?

Наш тест ЁГЭ отличается от официального ЕГЭ всего двумя точками над буквой «ё». Но суть принципиально другая. Во-первых, ЁГЭ куда менее серьёзный и страшный — он посвящён самым легкомысленным темам, например мультфильмам. А во-вторых, задания придумывают не суровые эксперты, а школьники. В этом номере мы публикуем тест, созданный старшеклассниками Новосибирской области.

В ноябре там проходил Фестиваль НАУКА 0+, организованный при поддержке Правительства области, Минобрнауки России и Сибирского отделения РАН. В рамках фестиваля «Кот Шрёдингера» создал сеть научно-популярных корпунктов* в школах и колледжах области. Одним из заданий было написать тест в формате ЁГЭ. Представляем лучшие работы, подготовленные старшеклассниками из команды «Сибирские просторы» и из школы № 2 села Довольное.



* Эту программу мы делаем при поддержке Фонда президентских грантов.

ЁГЭ по «Трём богатырям»

Авторы: Виолина Аглеева, Есения Турсукпаева, Виктория Золотарёва, Анастасия Черепанова, Александр Колесник
(школа № 2, село Довольное, Новосибирская область)

Вопрос 1.1

«Алёша Попович и Тугарин Змей» — первый мультфильм из цикла о трёх богатырях. А вы знали, что Тугарин Змей — это реально существовавший половецкий хан? Имя его, правда, звучит немного по-другому: Тугоркан Шаруканид. Просто у славян оно упростилось и превратилось в Тугарина Змея. Этот хан на самом деле грабил и притеснял славян, но в 1096 году его войска были разбиты на реке Трубеж русской дружиной. Кто возглавлял русское войско?

- А. Владимир Мономах.
- Б. Алёша Попович.
- В. Святослав Храбрый.
- Г. Ярослав Мудрый.
- Д. Владимир Красное Солнышко.
- Е. Игорь Старый.

Вопрос 1.2

Илья Муромец — один из центральных персонажей цикла мультфильмов «Три богатыря». По преданию, он до тридцати трёх лет был калекой, и этому даже есть научное подтверждение! Учёные, исследовав мощи Ильи Муромца, заключили, что он был болен тяжёлым заболеванием, которое заставило его много лет лежать на печи. Что это за заболевание?

- А. Грипп.
- Б. Гепатит.
- В. Туберкулёз костей.
- Г. Склероз.
- Д. Лихорадка Эбола.
- Е. Анемия.

Вопрос 1.3

Князь Киевский — ещё один ключевой персонаж франшизы про богатырей. Одна из песенок, которую он периодически напевает, — из мультфильма «Антошка». Да-да, та самая «Антошка, Антошка, пойдём копать картошку».

А кто является автором текста этой песни?

- А. Эдуард Успенский.
- Б. Дмитрий Шостакович.
- В. Агния Барто.
- Г. Николай Носов.
- Д. Юрий Энтин.

Вопрос 1.4

Все мы знаем ещё одного персонажа русских народных сказок — Змея Горыныча и, конечно, его три головы. Как называется мутация, при которой у животного появляются две и более головы?

- А. Лейкизм.
- Б. Дипрозопия.
- В. Лейкемия.
- Г. Неполное удвоение.

Вопрос 1.5

Верблюд Вася из мультфильма «Добрыня Никитич и Змей Горыныч» обладает белым окрасом шерсти, поэтому можно предположить, что он альбинос. Какого пигмента не хватает в организме этого вымышленного персонажа?

- А. Каротина.
- Б. Меланина.
- В. Пигмента из класса флавоноидов.
- Г. Лейкопласта.
- Д. Хромопласта.

Вопрос 1.6

Вы же помните, какой город выполнял функцию столицы Руси во времена Алёши Поповича, Ильи Муромца, Добрыни Никитича? На берегах какой реки он располагался (и располагается поныне)?

- А. На Волге.
- Б. На Оке.
- В. На Днепре.
- Г. На Москве-реке.
- Д. На Оби.

Вопрос 1.7

У сына императора Византии из мультфильма «Три богатыря и наследник престола» был дефект речи. С чем он мог быть связан?

- А. Заболевание щитовидной железы.
- Б. Неправильный прикус.
- В. Отсутствие передних зубов.
- Г. Проблемы с горлом.
- Д. Генетические нарушения.



ЁГЭ по «Гравити Фолз» (Gravity Falls)

Авторы: Надежда Сапрыгина, Людмила Ващенко, Ирина Шефер (команда «Сибирские просторы»)

Вопрос 2.1

Согласно сюжету мультсериала «Гравити Фолз», этот городок находится в штате Орегон на северо-западе США. Орегон граничит со штатом...

- А. Нью-Йорк.
- Б. Вашингтон.
- В. Техас.
- Г. Флорида.
- Д. Сан-Пауло.

Вопрос 2.2

В одной из серий «Гравити Фолз» упоминается о свадьбе Русалдо и Королевы Ламантинов. Вспомните, к какому классу животных относятся ламантины.

- А. Рыбы.
- Б. Земноводные.
- В. Млекопитающие.
- Г. Пресмыкающиеся.
- Д. Простейшие.

Вопрос 2.3

В серии «Общество слепого глаза» был показан прибор, с помощью которого члены этого общества стирали память жителям Гравити Фолз. Какая доля коры головного мозга отвечает за долговременную память?

- А. Лобная.
- Б. Теменная.
- В. Височная.
- Г. Затылочная.
- Д. Центральная.

Вопрос 2.4

В одной из серий «Гравити Фолз» персонаж Диппер находит кристалл, с помощью которого можно изменить рост. Какая железа в организме человека отвечает за выработку гормона роста?

- А. Гипофиз.
- Б. Эпифиз.
- В. Вилочковая железа.
- Г. Надпочечники.
- Д. Мерцательная железа.



Правильные ответы

Вопрос 1.1 про Тугарина Змея.

Правильный ответ: А.

Войско, разгромившее Тугарина Змея, возглавлял Владимир Мономах. 17 июля 1096 года Владимир Мономах и правивший в то время киевский князь Святослав Изяславович, организовав весьма неожиданное нападение, одержали победу над половцами (на левом притоке Днепра). В этой битве и погиб Тугоркан со своим сыном.

Вопрос 1.2 про Илью Муромца.

Правильный ответ: В.

В 1988 году учёные провели экспертизу мощей богатыря Ильи Муромца. В ходе исследования они выявили многочисленные переломы костей, повреждения и деформации. Более того, они обнаружили поражения в области позвоночника, вызванные, как предполагается, опасным заболеванием — туберкулёзом костей. Лишь какое-то чудо могло позволить ему встать на ноги и защитить Родину!

От редакции «КШ». Туберкулёз костей (бактериальная инфекция) не единственная версия, объясняющая проблемы со здоровьем Ильи Муромца. Рассматривается, например, и полиомиелит (вирусная инфекция). Но из перечисленных вариантов подходит только туберкулёз костей.

Вопрос 1.3 про Антошку.

Правильный ответ: Д.

Автором слов песенки про Антошку является поэт Юрий Энтин. Песни на его стихи звучат в десятках мультфильмов: «Бременские музыканты», «Весёлая карусель», «Голубой щенок», «По следам бременских музыкантов», «Волк и семеро козлят на новый лад», «Летучий корабль», «Баба-яга против!», «Зима в Простоквашино», «Лягушка-путешественница» и др.

Вопрос 1.4 про Змея Горыныча.

Правильный ответ: Б.

Дипрозопия (черепно-лицевое удвоение) — редкая генетическая мутация, при которой на голове животного или человека появляется два (и более) лица или же животное (человек) рождается с двумя головами на одном теле. При этом каждая голова имеет свой мозг и управляет телом по-своему.

Вопрос 1.5 про белого верблюда.

Правильный ответ: Б.

Меланин — это биологический пигмент, недостаток которого вызывает альбинизм, наследственное заболевание, при котором полностью или частично отсутствует пигмент меланин (у животных и человека). Альбинизм проявляется в отсутствии нормальной окраски кожи, волос и глаз у человека; шерсти — у животных.

Вопрос 1.6 про город и реку.

Правильный ответ: В.

Город Киев, давший начало русской государственности, расположен на Днепре. Река Днепр — одна из самых крупных в Европе, больше неё только Волга и Дунай.

Вопрос 1.7 про сына византийского императора.

Правильный ответ: Б.

В нашем случае это неправильный прикус — он может вызывать дефекты речи: непроговариваемые шипящие, картавость и др. Вымышленный сын императора Византии шепелявил.

Вопрос 2.1 про соседей штата Орегон.

Правильный ответ: Б.

Для ответа на этот вопрос достаточно посмотреть на карту США. Из указанных вариантов с Орегоном граничит только штат Вашингтон. Можно было бы и карту не доставать — действие мультфильма происходит на северо-западе США, а из перечисленных штатов там находится только один. Да, не надо путать штат Вашингтон и город Вашингтон, они находятся в противоположных концах страны. И ещё: штат Сан-Пауло действительно существует — но в Бразилии.

Вопрос 2.2 про ламантинов.

Правильный ответ: В.

Ламантины относятся к классу млекопитающих из отряда сирен (кстати, слоны — их близкие родственники). Как и положено представителям этого класса, новорождённых детёнышей матери вскармливают молоком. Ламантины — травоядные животные, они обитают на мелководье, питаются водной растительностью. В списке вариантов упоминались простейшие. Так вот, с точки зрения биологии они не класс, а целое царство.

Вопрос 2.3 про стирание памяти.

Правильный ответ: В.

За долговременную память отвечает в первую очередь височная доля. А «центральной доли мозга», упомянутой в списке, вообще не существует.

Вопрос 2.4 про гормоны роста.

Правильный ответ: А.

Гормон роста — соматотропин — вырабатывается в гипофизе. Это вещество обеспечивает рост и развитие тела, а ещё регулирует углеводный, белковый и жировой обмен. В наибольших количествах он вырабатывается в детском возрасте, но нужен и взрослым.

Да, мерцательной железы в нашем организме не существует, мы её придумали.



POCATOM

Homo · Science

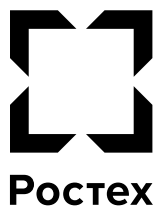
PROJECT

Медиаплощадка для опытных
и начинающих популяризаторов науки,
готовых говорить просто о сложном.

Приглашаем всех,
кто любит науку,
стать частью
научно-просветительского
комьюнити.

ЧИТАЙ, СМОТРИ И СЛУШАЙ
НОМО-SCIENCE.RU





**Создавая
будущее**

Повышение качества жизни людей
через создание высокотехнологичных
«умных» продуктов



**ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ
ЗЕЛЕНый АЛЮМИНИЙ
УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ**