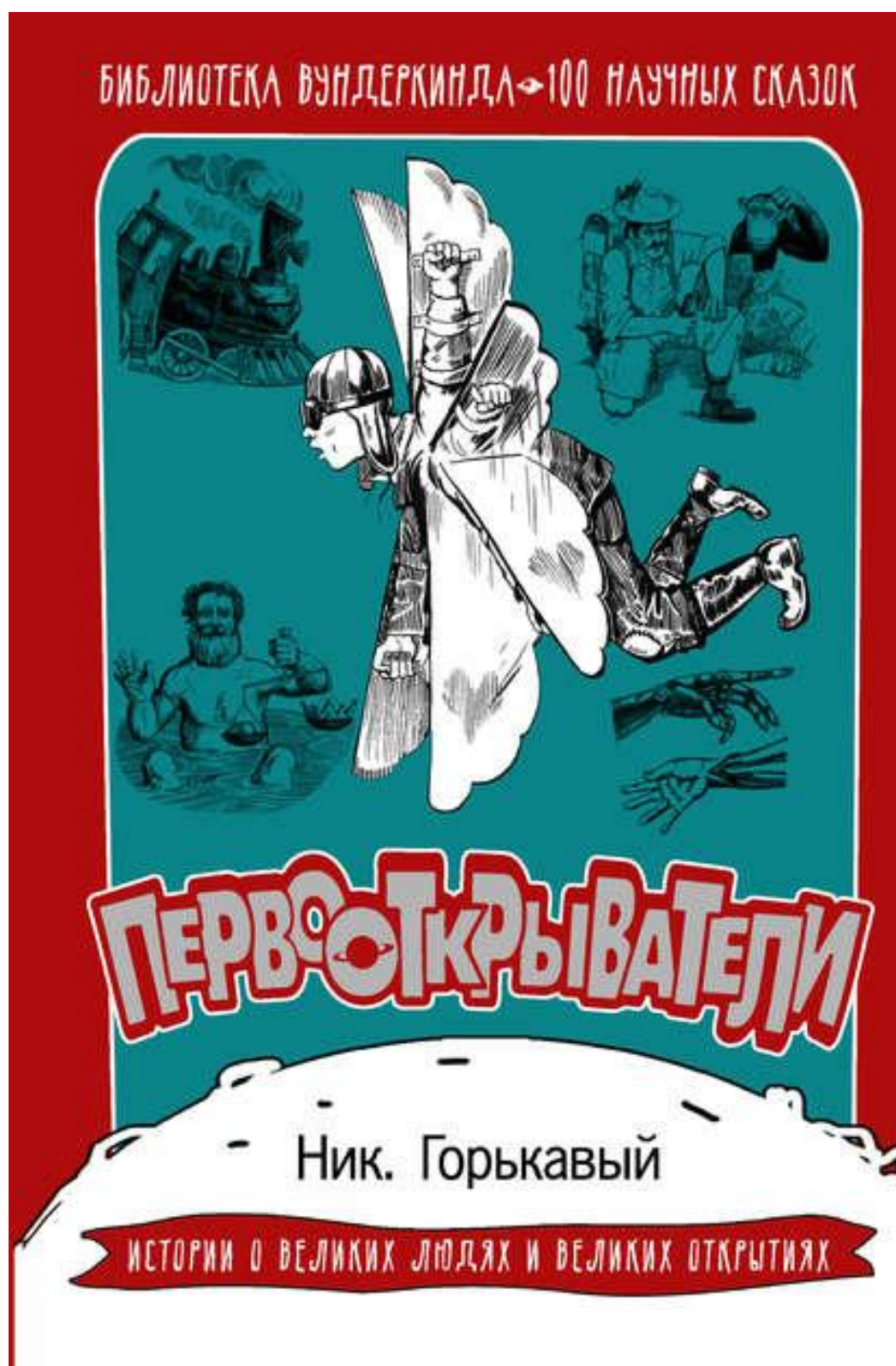


**Николай Николаевич Горькавый
Первооткрыватели. 100 научных сказок**

Библиотека вундеркинда. Подарочная –



«Первооткрыватели. 100 научных сказок»: Издательство АСТ; М.; 2018
ISBN 978-5-17-110004-9

Аннотация

Перед вами – книга очень необычных научных сказок, основанных на реальных событиях.

Юный читатель узнает: о жестокой битве австралийских мух и жуков; об Эйнштейне, который сумел затормозить время; о создании самого большого в мире телескопа и другие сказочно увлекательные истории о великих людях и открытиях, изменивших наш мир навсегда.

Часто говорят: эпоха космических полетов, век атома, время компьютерных технологий... Но как возникают такие времена и эпохи? Есть люди, которые изменили мир своими научными открытиями, – они и создают новые времена.

Обычно им посвящены сухие строки энциклопедий и учебников. Но их жизнь была яркой и наполненной приключениями и борьбой. О ней можно писать романы!

Автор открыл способ, позволяющий юным читателям погрузиться в прошлое и интереснейшую жизнь выдающихся мыслителей – от Архимеда и Лейбница до Хокинга и Арнольда.

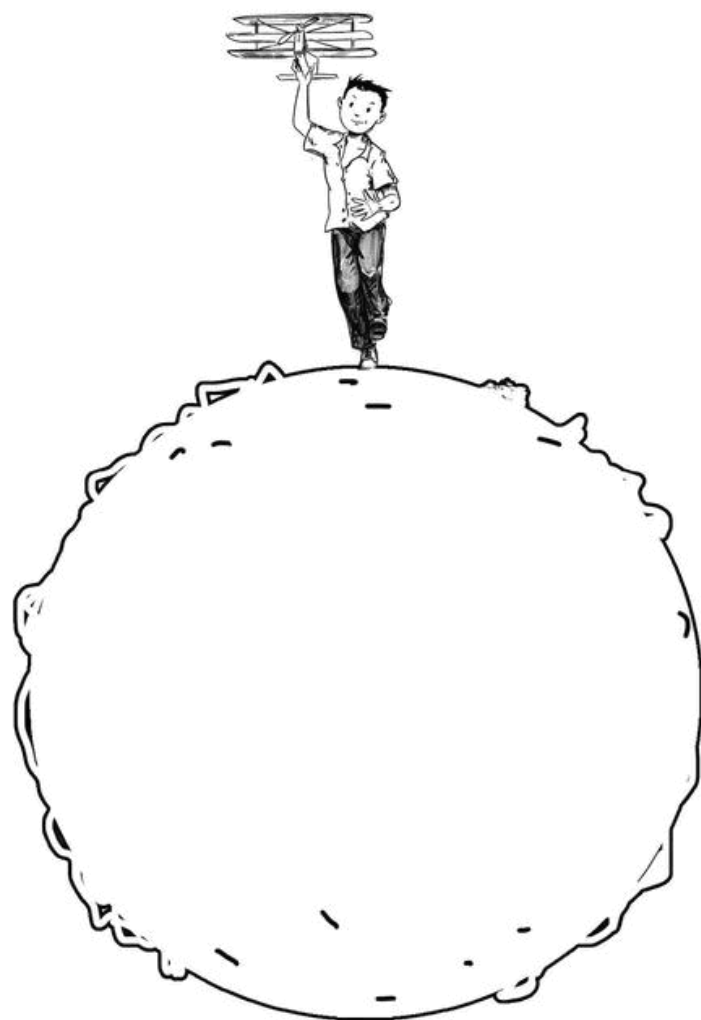
Ник. Горькавый Первооткрыватели. 100 научных сказок

© Ник. Горькавый, текст, 2018

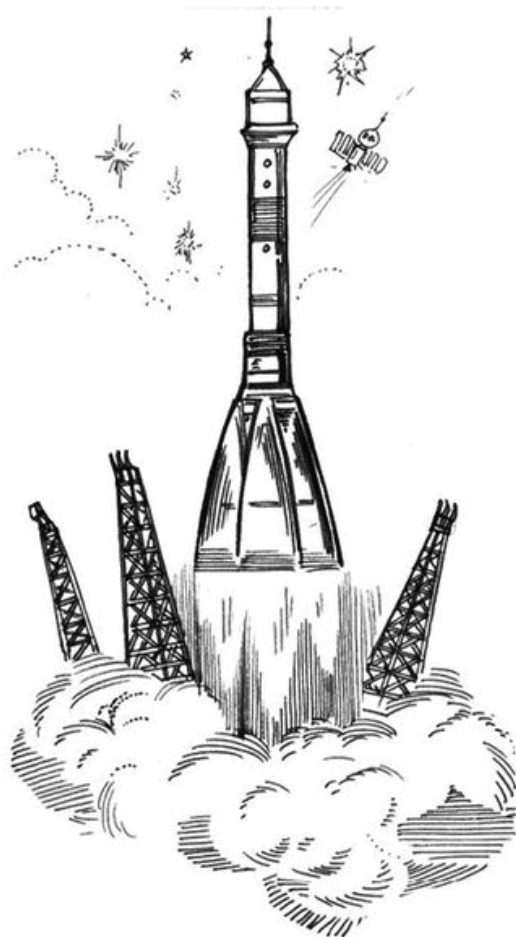
© К. Гарин, ил., 2016

© ООО «Издательство АСТ», 2018

* * *



Звёздный витамин



Посвящается родителям:

Николаю Прокопьевичу Горькавому, который показывал мне ручки расплавленного металла и помогал испытывать мой первый дельтаплан, и Валентине Титовне Горькавой, благодаря которой я стал книгоглотом и прожил вместе с литературными героями множество увлекательных жизней



Автор благодарит блестящую команду научных консультантов, которые помогли этим сказкам стать по-настоящему научными.

Научные консультанты:

Дмитрий Дмитриевич Беляев , кандидат исторических наук.

Андрей Вилхович Каява , кандидат биологических наук (Франция).

Александр Сергеевич Сигеев , кандидат химических наук.

Владислав Вячеславович Сыщенко , доктор физико-математических наук.

Евгений Леонидович Ченцов , доктор физико-математических наук.

Алексей Борисович Шипунов , кандидат биологических наук (США).



Предисловие

Жила-была на свете **принцесса Дзинтара** .

Она была человеком необыкновенным и успевала работать и принцессой, и биологом.

Жила Дзинтара вместе с мужем и двумя детьми в красивом старинном доме на берегу синего тёплого моря. Дочь Дзинтары звали **Галатеей** , а сына – **Андреем** .

Учёная принцесса и сказки своим детям рассказывала необычные – про разных мудрецов и их открытия.

Лучшей подругой Дзинтары была **королева Никки** . Когда королева приезжала в гости к принцессе, то Галатея и Андрей требовали от Никки новую сказку.

И гостя обязательно рассказывала детям какую-нибудь интересную историю. Королева была

принцессе под стать и любила астрономию с физикой. В детстве без этих наук Никки и дня прожить не могла.

Приключения Никки, Дзинтары и их друзей описаны в другой книге, которая называется «**Астровитянка**». А если вы любите сказки и хотите узнать – что за истории слушали Андрей и Галатея, то нет ничего проще: в книге, которую вы открыли, как раз собраны **научные сказки** от принцессы Дзинтары и королевы Никки.

Признаюсь по секрету: хотя эти истории и называются сказками, но на самом деле в них всё – чистая правда.

Сказка об энтомологе Борнемиссе, или Как мухи чуть не съели Австралию

Дзинтара раскрыла книжку «Сто научных сказок» и стала выбирать – какую историю прочитать детям сегодня.

Младшая Галатея сразу запросила:

– Мама, расскажи про жучного доктора!

У старшего Андрея глаза тоже засветились. Дети очень любили эту историю – уже сто раз Дзинтара её им рассказывала, а они снова просят. Принцессе не нужно было даже открывать книжку «Сто научных сказок», потому что историю про доктора Борнемиссу она знала уже наизусть.

Дзинтара посмотрела на часы и согласилась:

– Хорошо, расскажу про доктора, победителя мух и повелителя жуков, но потом – немедленно спать.

Галатея оживлённо заворочалась в кровати, устраиваясь поудобнее, и положила ладонь под румяную щёку.

– Жил-был в одной маленькой европейской стране доктор Борнемисса. Он был энтомологом и изучал разных насекомых. Кто думает, что насекомых изучать – смешное занятие, тот просто мало думает. И случилось так, что правители этой страны обидели доктора, и он уехал далеко-далеко – в Австралию.

– Я бы тоже не стала жить с людьми, которые меня обижают, – сказала Галатея.

– После долгого плавания по бурному морю высадился доктор Борнемисса на берег далёкого континента и поразился: вся Австралия была покрыта тёмными тучами. Но это были не дождевые тучи и не дым от пожаров. Тучи громко жужжали и жалились! Потому что они состояли из...

– Мух! – громко крикнула счастливая Галатея.

– Верно! Злые кусачие мухи летали везде и всюду так густо, что выйти на улицу без сетки возле лица было нельзя. Дети не могли играть на лужайках и сидели по домам. Даже уличных кафе в Австралии не было, потому что обедать на открытом воздухе было невозможно – мухи быстрее людей съедали содержимое тарелок.

Галатея помрачнела, и Андрей тоже нахмурился.

– Власти даже запретили кафе под открытым небом, чтобы они не приманивали в города новые тучи мух...

Жизнь диктует привычки: пилоты истребителей всё время оборачиваются – не заходит ли противник им в хвост, а жители Австралии привыкли всё время махать руками возле лица, отгоняя крылатых кусачих тварей.

Решил доктор Борнемисса спасти континент от этой напасти. И стал распутывать ужасную детективную историю по захвату Австралии мухами.

Оказывается, этих летающих «монстров» раньше было гораздо меньше. В их размножении оказались виноваты сами люди, которые, переезжая в Австралию из Англии и других стран, привезли с собой множество скота, особенно коров, которые дают полезное молоко и сыр... ну, мясо и шкуры тоже, хотя тут слово «дают» не очень подходит. Мясо и шкуры у коров попросту отбирают.

– Лучше не отбирать, а дружить! – невпопад сказала Галатея, а Андрей покосился на неё и фыркнул.

– Коровам Австралия очень понравилась, особенно огромные пастбища с травой, без волков и прочих хищников. И коров развелось видимо-невидимо. А каждая корова в день поедает много килограммов травы и даёт не только молоко и мясо, но и...

– Навоз! – Галатея просто зашлась от смеха. В определённом возрасте шутки про какашки очень популярны.

– Правильно. Каждая корова даёт в день много килограммов навоза. Именно на этом навозе и развелись те сонмища мух, которые покрыли Австралию чёрной тучей.

Удивился доктор Борнемисса такому обороту событий, ведь в его маленькой стране коров тоже много, но такого мушиного безобразия нет. Доктор провёл исследование и выяснил, что австралийские навозные жуки не справляются с таким обилием непривычного для них коровьего навоза. Поэтому сухие коровьи лепёшки валяются по пастбищам годами, служа роддомом для мух. И решил доктор Борнемисса найти таких жуков, которые смогли бы жить в жарком австралийском климате и питаться коровьим навозом.



– Питаться навозом! – взвизгнула от восторга Галатея, и Андрей тоже ухмыльнулся.

– Тридцать лет воевал доктор Борнемисса с мухами. Он ездил по всему миру в поисках подходящих навозных жуков. В Африке он прожил девять лет и всё-таки нашёл крупных синих насекомых, которым был по плечу и по зубам австралийский навоз. Доктор Борнемисса привёз африканских жуков в Австралию и выпустил на волю. Быстро размножились эти жуки и очистили пастбища от навоза, а заодно

и почву взрыхлили и удобрили. И исчезли тучи мух, которые кружили над Австралией.

Выбежали дети и собаки на лужайки, стали играть и смеяться, купаться в прудах и речках.

Галатея заулыбалась. Это место ей больше всего нравилось.

– В Австралии появились машины с открытым верхом и уличные кафе. Люди стали сидеть на свежем воздухе, пить кофе и читать газеты, есть булочки и целоваться без вмешательства мух. Так доктор Гергей Борнемисса сделал счастливыми жителей целого континента! И они, благодарные, ещё при жизни поставили ему несколько памятников, а королева наградила его самой большой наградой Австралии.

Экологи объявили работу доктора Борнемиссы самым успешным экспериментом по биоконтролю в двадцатом веке.

Каждый австралиец теперь знает, что нет ненужных наук, и человек, который изучает навозных жуков, ничуть не менее важен, чем человек, который исследует звёзды!

Андрей проворчал:

– Глупые были правители той страны, где Борнемисса раньше жил. Если бы они его не обидели, он бы тоже для них что-нибудь хорошее сделал.

Дзинтара согласилась:

– Да, обижать учёных – это очень большая глупость. А теперь вам обоим надо спать.

Примечания для любопытных

Гергей Борнемисса (род. 1924) – энтомолог и эколог. Родился в Венгрии, в 1951 году переехал в Австралию. Задумал и реализовал успешный проект по сокращению числа австралийских мух. 20 новых разновидностей жуков и других насекомых были названы в его честь.

Австралия – континент, который стал заселяться англичанами с конца XVIII века. Вместе с англичанами Австралию заселили и коровы.

Сказка о мечтах графа Росса, кузнеце Мэри и гигантском телескопе

Жил-был в девятнадцатом веке в Ирландии человек по имени Уильям Парсонс. Уильям жил в своём замке, который достался ему по наследству как третьему графу в династии Россов. Граф – это не только титул, но и работа. Уильяму Парсонсу приходилось заботиться о жителях своего города Парсонстауна, заседать в ирландском парламенте и совещаться с английскими пэрами.

Уильям Парсонс был необычным графом – он любил мечтать и смотреть в телескоп на звёзды.

А звёздное небо – непростое, много хитростей и тайн хранит. Когда смотришь на него в телескоп, то видишь на небе много новых звёзд, а известные звёзды выглядят гораздо ярче. Но телескоп помогает различать и весьма странные объекты.

Вот среди звёзд обнаруживается какое-то туманное облачко. Но какой туман может быть в чистом небе? Вот и другое, и третье мутное пятнышко – чем крупнее становились телескопы, тем больше загадочных светящихся пятен астрономы находили между звёзд.

Учёных очень интересовали эти странные неподвижные облачка.

Француз Мессье составил список из сотни таких космических облаков. Королевский астроном, великий Гершель, с помощью самого большого в Англии телескопа с диаметром в сто двадцать сантиметров насчитал больше двух тысяч таких туманностей, но не смог проникнуть в их секрет.

Раньше люди видели только одну неподвижную туманность на небе – она тянется полосой через всё небо и называется Млечный Путь. Так выглядит с ребра наша Галактика – огромный диск из сотен миллиардов звёзд.

Но что за мелкие туманные пятна видны среди звёзд Млечного Пути?

И появилась у ирландского графа Росса мечта: раскрыть тайну этих туманностей, увидеть светящиеся небесные пятна вблизи, в деталях.

Как это сделать – граф не знал, потому что тогда ни один телескоп на Земле не мог достаточно приблизить эти далёкие космические облака. Чтобы их рассмотреть, нужно было построить самый большой в мире телескоп – многотонную железную машину с точными линзами и гладким вогнутым зеркалом, собирающим свет звёзд. Дело непростое, буквально неподъёмное.

Граф не раз думал о таком телескопе, но не понимал, как его можно построить.

И ещё одна мечта была у необычного графа – жениться на необычной девушке. Понятно, что она должна быть красивой и умной, – но таких девушек было много, а необычный граф мечтал о необычной графине.

Друзья графа посмеивались над ним и предрекали, что он никогда не женится. И действительно – множество ирландских красавиц и умниц показались графу слишком обычными.

Он даже стал терять надежду найти самую необычную в мире жену.

Но надежду терять никогда нельзя.

Как-то раз, на балу, графа познакомили с очень красивой девушкой Мэри. Она была одета в великолепное платье и превосходно танцевала. Граф заговорил с ней и не мог не признать, что Мэри – несомненно, умная девушка.

Очень понравилась Мэри графу. «Но вдруг она обычная красивая и умная девушка?» – с тревогой подумал Уильям. Всё-таки он был очень-очень необычным графом.

Граф Росс танцевал с Мэри, держа её за руку в белой атласной перчатке, и вдруг, сам не зная почему, заговорил с девушкой о своей мечте – увидеть вблизи космические загадочные облака.

В зале играла музыка, стучали каблучки и рассыпался кокетливый смех. И так странно для самого графа прозвучала его мечта, что он немного смутился.

Вдруг девушка Мэри сказала, изящно танцуя и придерживая белоснежной перчаткой пышное платье:

– Кстати, граф, я – хороший кузнец. Хотите, помогу вам построить самый большой в мире телескоп? Тогда вы увидите свои загадочные облака вблизи.

Граф остановился как вкопанный прямо посередине зала и танца:

«Это ОНА! Самая необычная девушка в мире!»

И они немедленно поженились.

Сначала была свадьба, то да сё, но через месяц после свадьбы графиня Мэри сняла нарядное платье, надела простую рабочую одежду и села проектировать самый большой в мире телескоп для своего дорогого мужа.

Столичные профессора-астрономы смеялись над графом и его женой, считая создание такого гигантского телескопа вещью невозможной, попросту блажью богатых людей.

Долго ли, коротко ли – не сразу даже сказка сказывается, тем более телескопы не сразу делаются, – но граф и графиня всё-таки построили самый большой в мире телескоп – длиной в восемнадцать метров и весом в шестнадцать тонн! Внутри этого телескопа мог ходить, а на зеркале, размером в сто восемьдесят три сантиметра, мог лежать рослый человек – если бы ему позволили там ходить и лежать.

Когда гигантская многотонная конструкция была собрана и как следует отрегулирована, граф взбежал по высокой лесенке к телескопу, навёл его на крупное туманное пятнышко (известное как объект М51 по астрономическому каталогу Мессье)... – и чуть не упал с лестницы от удивления.

Туманное пятно увеличилось в сотни раз и превратилось в огромный плоский диск с удивительной структурой. Восхищённый граф увидел в свой телескоп, как ярко светящиеся спирали закручиваются вокруг центра диска, словно струи воды в водовороте.



Так потом и стали называть этот космический диск – галактика Водоворот.

Рядом с Водоворотом граф увидел ещё одну галактику – маленькую и круглую, которая кружилась по краю большого диска, словно опасаясь быть затянутой в буйный вихрь. Или эта пара галактик танцевала космический вальс?

Так граф Росс проник в тайну спиральных галактик, которые похожи на наш Млечный Путь и рассеяны по всей Вселенной. Эти галактики – словно далёкие светящиеся города, видимые среди звёзд Млечного Пути, которые по космическим меркам близки к нашей Солнечной системе, как огни домов на соседней улице.

Галактики-города полны чудес и тайн, и граф раскрыл одну из них.

Граф Росс зарисовал увиденную им поразительную картину – тогда фотографировать с помощью телескопа ещё не умели – и побежал разыскивать свою жену.

А Мэри, не теряя времени, уже ковала красивые железные ворота для их имения. Эти девушки-кузнецы без дела сидеть просто не могут, даже когда они становятся графинями.

– Дорогая Мэри, я увидел в наш телескоп настоящее чудо! – Граф показал жене свой рисунок и гордо воскликнул: – Мы первые люди на Земле, узнавшие, что эти облачка в небе – огромные спиральные миры!

И крепко поцеловались граф-астроном и графиня-кузнец.
Так сбылись обе заветные мечты графа. Везёт же некоторым!



Графа Росса за открытие спиральной структуры галактик наградили золотой медалью, избрали президентом Лондонского королевского научного общества и академиком Российской академии наук.

Телескоп графа оставался самым крупным телескопом в мире более семидесяти лет. Все вокруг удивлялись, как графу Россу удалось такое поразительное предприятие.

Но мы-то знаем: мечты упорных и трудолюбивых графов всегда сбываются.

Сам граф-астроном был уверен, что ему очень повезло с женой-кузнецом.

Впрочем, Мэри тоже не жаловалась.

Примечания для любопытных

Ирландия – государство, расположенное на острове с таким же названием.

Уильям Парсонс (1800–1867) – третий граф Росс. Учился в Дублинском Тринити-колледже и в Оксфорде, где получил по математике самый высокий балл. Построил несколько телескопов,

включая крупнейший телескоп XIX века. В 1845 году открыл спиральную структуру галактик.

Граф – титул (почетное звание) высшей аристократии в Англии, Ирландии и ряде стран Европы. Обычно передаётся по наследству.

Пэр – общее название высшей аристократии Англии и Ирландии. Пэры делятся на пять рангов: герцог, маркиз, граф, виконт, барон. Пэры входят в палату лордов, играющую важную роль в управлении государством.

Телескоп – астрономический прибор, собирающий и фокусирующий свет звёзд и планет. Увеличивает изображение космических объектов и делает его ярче. Телескопы-рефракторы собирают свет звёзд прозрачной линзой, телескопы-рефлекторы – вогнутым зеркалом.

Шарль Мессье (1730–1817) – французский астроном, охотник за кометами. В 1774 году опубликовал первый каталог «ложных комет», или неподвижных космических туманностей. Всего в каталог Мессье попало 110 объектов: 40 галактик и 70 внутригалактических объектов.

Вильям Гершель (1738–1822) – родился в Германии, но стал королевским астрономом Англии. Открыл планету Уран, четыре спутника Урана и Сатурна, а также 2500 туманностей.

Галактика – огромное скопление звёзд и космического газа, скреплённое гравитацией. В нашей Галактике (Млечный Путь) содержится, как минимум, 200 миллиардов звёзд. Основные виды галактик: эллиптические, спиральные, линзовидные и неправильные.

M51 – объект под номером 51 в астрономическом каталоге Мессье, или спиральная галактика Водоворот.

Спиральные галактики – быстровращающиеся галактики-диски, в которых видны спиральные волны. Наш Млечный Путь и Туманность Андромеды (M31), которую можно видеть невооруженным глазом, являются спиральными галактиками – как и галактика Водоворот (M51).

Мэри Филд (1813–1885) – с 1836 года графиня Росс. Выросла в богатой семье, но получила профессию кузнеца. Помогла графу Россу построить самый большой телескоп в мире, вырастила четверых детей, стала одним из первых фотографов в Ирландии. В неурожайных 1845–1847 годах, когда миллион ирландцев умерли от голода, графиня Росс обеспечивала работой и зарплатой пятьсот семей города Парсонстауна.

Сказка о Гутенберге, благодаря которому бумажные книги перестали сгорать

Галатея, рассматривая увесистый бумажный том с научными сказками, вдруг спросила:

– Мама, а кто изобрёл книгу?

– Хороший вопрос, но ответить на него непросто. Сейчас я прочитаю вам историю про возникновение печатной книги.

Дзинтара открыла нужную страницу и начала читать:

– В развалинах старого города в Междуречье нашли самое древнее в мире письмо, которое оказалось глиняной табличкой с клинописью. Четыре тысячи лет назад кто-то острой палочкой начертил на табличке всего несколько слов. Неизвестный человек написал своему другу или родственнику: «Я голодаю, пришли мне пшеницы и кунжута».

Умение записывать свою мысль значками спасло чью-то жизнь четыре тысячи лет назад.

Изобретение письменности подхлестнуло земную цивилизацию: знания перестали умирать вместе с людьми, а стали накапливаться, передаваться из поколения в поколение.

Книги из глиняных табличек стали самыми прочными книгами, изобретёнными человеком. Они хранились тысячелетиями: им были не страшны вода, плесень и жучки. Даже от пожаров они становились только крепче.

Археологи уже обнаружили полтора миллиона глиняных табличек с клинописью. Прекрасно сохранилась библиотека царя Ашшурбанапала, в которой записаны очень точные наблюдения звёзд и планет.

Но неразрешимой и в буквальном смысле тяжёлой проблемой «глиняных книг» оказался их вес и размер. Если перенести текст обычной бумажной книги на глиняные таблички, то такую книгу в портфель уже не засунешь. Она будет такой объёмной, что больше пары глиняных книг в обычной квартире не поместится. Хотите дать почитать книжку приятелю? Сначала закажите грузовик!

Андрей задумался и сказал:

– Не только книги, но даже глиняные письма не подошли бы для нашего времени.

– Почему? – поинтересовалась Галатея.

Мальчик объяснил:

– В школе запрещено обмениваться посторонними электронными сообщениями. Поэтому в моду вошли бумажные записочки. Пишешь «Пойдём сегодня в кино?» на бумажке, сворачиваешь её и бросаешь приятелю. Записка может на парту залететь, а может и в друга попасть. Не страшно – ведь бумажка лёгкая. А что будет, если я напишу записку на увесистом глиняном черепке, брошу его – и он попадёт приятелю в голову?

– И что будет?

Андрей улыбнулся:

– Как что? Черепок разобьётся, и приятель ничего не сможет прочесть! И учитель от шума проснётся.

Галатея захихикала и сказала:

– Хочу полистать глиняный журнал с картинками!

Брат, смеясь, подхватил:

– Как были бы «рады» почтальоны разносить такую почту!

Дзинтара подождала, пока дети успокоятся, и продолжила:

– В Древней Греции и Риме писали на тонких свинцовых листах и на деревянных дощечках, покрытых воском. Но это были нелёгкие и непрочные книги.

Египтяне сделали замечательное открытие и научились делать папирус – бумагу из осоки, растущей по берегам реки Нил. Папирус был непрочен, но тонок и позволил создавать компактные книги в виде бумажных рулонов или свитков, которые легко хранились и пересылались.

Люди, умеющие записывать и читать слова на папирусе, высоко ценились в Древнем Египте. Их называли писцами. В Британском музее хранится папирус с записью поучения писца Хети своему сыну Пепи. Отец везёт его в столичную писцовую школу и по дороге рассказывает о пользе книг и преимуществах своей профессии: «О, если бы я мог заставить тебя полюбить книги больше, чем свою мать, если бы я мог показать красоты их перед тобой. Лучше это всех должностей... Каждый ремесленник, работающий резцом, устаёт больше, чем землепашец... Каменотёс ищет работу по всякому твёрдому камню. Когда же он кончает труды, руки его падают, и он утомлён. И так сидит он до сумерек, колени его и спина согнуты... У красильщика пальцы издают зловоние, как от дохлой рыбы... Я расскажу тебе ещё о рыбаке, достаётся ему хуже, чем во всякой другой должности. Смотри, разве не работает он на реке попеременно с крокодилами... Смотри, нет должности, где бы не было начальника, кроме должности писца, ибо он сам начальник».

На другом папирусе записано поучение царя своему сыну: «Успокой плачущего, не притесняй вдову, не отстраняй человека от имущества его отца, не удаляй вельмож с их мест. Не убивай – это бесполезно для тебя, но наказывай ударами и заключением, и тогда эта земля процветёт...»

В Александрийской библиотеке, в главном книгохранилище античного мира, хранилось семьсот тысяч свитков папируса.

Соперничать с Александрийской библиотекой могла только Пергамская, где было собрано двести тысяч книг.

Чтобы закрепить превосходство Александрийской библиотеки над Пергамской, фараоны запретили вывоз папируса из Египта. Тогда библиотекари Пергама стали использовать для создания книг тонкую выделанную кожу, известную сейчас как пергамент. Это был прочный и долговечный материал, но очень дорогой: для изготовления одной книги приходилось резать целое стадо ягнят или телят.

– Зверство какое! – пробурчала Галатея.

– Пергаментные книги делались обычно не в виде рулона, а в виде пачки отдельных листов, сшитых в единый том. Такой книгой пользоваться удобнее, чем свитком, потому что она легко открывается на любой странице.

Несмотря на свою дороговизну, книги из пергамента вытеснили свитки из непрочного папируса. Книги изготавливались вручную; переписывание длинного текста было настолько трудным делом, что долговечность книги оказалась важнее цены на пергамент.

– А чем пользовались школьники на уроках? – поинтересовался Андрей.

– Берестой или дощечками с воском. В тринадцатом веке в Новгороде жил семилетний мальчик Онфим. Он учился в школе и выполнял задания на донышках берестяных корзин и на кусках берёзовой коры. Как-то раз, идя из школы, рассеянный Онфим потерял свои записи. Семьсот лет спустя их нашли археологи и многое узнали про жизнь новгородского мальчика Онфима и его друзей – Дмитра, Павла и Данилы.

– А что потом случилось с мальчиком Онфимом? – взволнованно спросила Галатея.

– Мы этого не знаем. Он, как и многие мальчики, мечтал стать смелым воином и рисовал себя скачущим на быстром коне, с копьем в руке, среди поверженных врагов. Но, возможно, он стал художником или строителем.

В то время как мальчик Онфим рисовал на бересте, люди уже умели делать бумагу, похожую на современную. Изобрели бумажную книгу в Китае две тысячи лет назад. Чиновник Чай Лунь научился делать бумагу, растирая древесную золу с волокнами шёлка, конопли и тряпок. Он смешивал эту массу с водой и выкладывал на бамбуковое сито. Высыхая, она превращалась в бумажный лист. Китайцы считали изобретателя Чай Луня богом и воздвигали в его честь храмы.



Технология производства бумаги была величайшим секретом Китая, и за его разглашение грозила смертная казнь. Но шесть веков спустя арабы разбили китайское войско, и пленные рассказали победителям о тайне бумаги.

За триста лет секрет изготовления бумаги дошёл – вернее, дополз – до Испании, а потом распространился по всей Европе. Бумага была дорогой, потому что изготавливалась примитивно и трудно: бумажную массу долго мельчили деревянными молотками, а потом вычерпывали из воды сетками и сушили.

Сначала на бумаге писали гусиными перьями, потом стали отпечатывать на ней текст с помощью резных досок, которые окунали в чернила. Вырезать такие доски было сложно, а выпуклый деревянный шрифт быстро стирался.

Немецкий книгопечатник Иоганн Гутенберг в 1455 году сделал важное усовершенствование для печати книг: он стал отливать из металла отдельные буквы. Эти буквы он вставлял в специальную раму – матрицу – и с помощью специального пресса отпечатывал целую страницу книги. Такая печатная матрица могла использоваться очень долго.



– А почему бы просто не отливать сплошную металлическую матрицу на каждую страницу книги –

и печатай сколько нужно! Зачем нужны были отдельные буквы? – скептически хмыкнула Галатея.

Андрей возразил сестре:

– Тогда для каждой страницы новой книги понадобилось бы отливать новые матрицы. И формы со словами для них кто-то должен был делать. А Гутенберг для печатания новой книги брал старые матрицы и складывал в них буквы в другом порядке.

Дзинтара кивнула:

– Наборная матрица изготавливалась в сотни раз быстрее, чем вырезалась аналогичная деревянная доска, а использовалась гораздо дольше. Несложное, на первый взгляд, изобретение Гутенберга оказалось революционным для всей земной цивилизации. Благодаря наборным матрицам, книги печатались оперативно и во множестве копий. Научные знания быстро распространялись по всему континенту. Сравнительно дешёвые бумажные книги, напечатанные металлическими матрицами Гутенберга, помогли возрождению европейской культуры, которая тысячу лет пребывала в упадке, вызванном гибелью Древнего Рима и распространением эпидемий чумы и религиозного фанатизма.

Гутенберг сделал книгу поистине бессмертной: раньше императоры и церковники часто приказывали сжечь неудобные книги, и они безвозвратно пропадали для человечества. Благодаря Гутенбергу, книги стали печататься в сотнях и тысячах экземпляров, поэтому стало невозможно уничтожить весь тираж. Книга всегда сохранялась где-нибудь в укромном месте, а потом снова появлялась на свет и перепечатывалась, доводя своих бессильных врагов до исступления.

Книги не перестали гореть, но перестали сгорать.

Очень скоро печатные книги появились в Италии, Швейцарии, Франции, Венгрии и Испании. В России книги стали печататься в середине шестнадцатого века. Иван Фёдоров создал первую типографию в Москве и, начиная с 1564 года, напечатал несколько книг на русском языке, включая Библию, состоящую более чем из трёх миллионов букв.

Появление печатных книг и типографий не нравилось ни писцам, которые теряли работу, ни реакционным священникам, считавшим книги и просвещение опасной затеей.

Типографию Ивана Фёдорова в Москве сожгли, а сам он был вынужден уехать в Литву.

Но печатная книга неумолимо набирала силу: из века в век типографские станки совершенствовались, а бумага дешевела.

В девятнадцатом веке было налажено производство бумаги на специальных бумагоделательных аппаратах. Тогда же появились паровые печатные машины, которые делали двадцать оттисков в минуту. Дешёвые книги и распространение книжных магазинов позволили многим людям завести свои собственные библиотеки.

В двадцатом веке стали издавать сотни тысяч наименований новых книг в год. Постепенно книги выросли из бумажных пелёнок и перешли на микроплёнки и в электронные файлы. Во времена персональных компьютеров каждый человек мог сам напечатать бумажную книгу на лазерном принтере без помощи металлических матриц. В начале двадцать первого века появились электронные книги-компьютеры. Они были похожи по размерам на обычные, но позволяли читать текст вообще без бумаги и типографий.

– Так кто же изобрёл книгу? Гутенберг? – спросила Галатея.

Дзинтара задумчиво пожала плечами:

– Он сыграл очень важную роль в изобретении печатной книги. Но многие безвестные и знаменитые изобретатели, учёные и мастера тоже внесли свой вклад в развитие книгопечатания. Поэтому самым верным ответом будет такой: книгу создали люди. Благодаря их совместным усилиям, книги из глиняных табличек, которые содержали всего несколько строк, понятных только избранным, превратились в постоянных спутников каждого человека. Сейчас книгами называются и бумажные произведения искусства с красивыми иллюстрациями, и умные приборы для чтения, которые могут хранить в себе целые библиотеки. Но какой бы вид ни принимала современная книга, она всегда останется книгой – бессмертным источником знания, мысли и чувства, коллективной памятью человеческой расы.

– Как раньше люди могли жить без книг? – спросила Галатея.

– Это трудно представить. Без огня жить холодно, без друзей – одиноко, а без книг жить скучно и глупо.

Примечания для любопытных

Междуречье (на древнегреческом «Месопотамия») – область между реками Тигр и Евфрат, один из древнейших центров цивилизации. Именно здесь археологи находят старые глиняные таблички с письменами.

Клинопись – древнейшая письменность. Возникла в Междуречье. Первые известные клинописные тексты относятся к XXXIII веку до н. э.

Кунжут, или сезам, – масличная культура с вкусными семенами.

Царь Ашшурбанапал – последний великий царь Ассирии в 669–627 годах до н. э. Ассирия, или Ассирийская империя, просуществовала полторы тысячи лет и была уничтожена в VII веке до н. э. Мидией и Вавилонией.

Древняя Греция – территория по берегам Восточного Средиземноморья, на которой с XXX по I век до н. э. существовали государства, созданные греками. Во II–I веке до н. э. все древнегреческие государства были захвачены римлянами.

Римская империя, или **Древний Рим,** – государство, ведущее свою историю от основания города Рима в 753 году до н. э. Госу-

дарственный язык – латинский. Пика своего могущества Древний Рим достиг во II веке н. э., занимая территорию от Шотландии до Армении. В IV веке Римская империя разделилась на Западную и Восточную (Византию). В 476 году н. э. последний император Рима был свергнут германскими племенами, что считается концом Древнего Рима. Византия, или Византийская империя, просуществовала до 1453 года и была уничтожена турками.

Египет – государство в северо-восточной части Африки. Существует с начала III тысячелетия до н. э. В 332 году до н. э. Египет был завоёван Александром Македонским (356–322 гг. до н. э.); триста лет спустя он стал провинцией Рима.

Фараоны – цари Древнего Египта.

Британский музей – главный музей Великобритании, создан в 1753 году на основе частных коллекций.

Александрийская библиотека – крупнейшая библиотека Древнего мира, основана в начале III века до н. э. в Египте, в городе Александрия, расположенном в устье Нила. Просуществовала около семи веков.

Пергамская библиотека – вторая по значимости (после Александрийской) библиотека Древнего мира, расположенная в Малой Азии. В 40 году до н. э. все книги Пергамской библиотеки стали свадебным подарком Марка Антония (83–30 гг. до н. э.) царице Египта Клеопатре (69–30 гг. до н. э.) и были переданы в Александрийскую библиотеку.

Чай Лунь (Цай Лунь) (50–121) – китайский сановник династии Хань, изобретатель бумаги.

Иоганн Гутенберг (ок. 1400–1468) – немецкий изобретатель книгопечатания с помощью металлических букв и наборных матриц.

Возрождение, или **Ренессанс,** – эпоха в истории европейской культуры, датируемая XIV–XVI веками и пришедшая на смену Средневековью. Ренессанс возродил в Европе научные центры и воззрения, свободные от религиозных догматов.

Иван Фёдоров (ок. 1520–1583) – первый русский (московский) книгопечатник. Первый издатель книг и на Украине.

Сказка о лавочнике Левенгукe, всюду видевшем маленьких невидимых животных

– Какое странное письмо пришло к нам сегодня, – сказал секретарь Лондонского королевского общества. – Некий голландец пишет, что нас окружают невидимые животные. Эти существа просто кишат вокруг и даже внутри нас!

– Что тут странного? – пожал плечами доктор Грю. – Моя престарелая тётушка всё время видит демонов. Каких существ наблюдает этот голландец – полупрозрачных с крыльями или плотных с рогами? И почему их не видят его соседи?

– Эти животные очень маленькие. Он увидел их в микроскоп и даже зарисовал.

Грю рассмеялся:

– Кого этот чудаков решил обдурить? Я полжизни провёл, глядя в лучший в мире микроскоп. Я нигде

не видел никаких существ. Ваш голландец – жулик!

– Но этого человека рекомендовал нам известный врач Грааф.

– И я должен верить Граафу больше, чем своим глазам? – фыркнул Грю.

...Письма с описаниями удивительных животных продолжали приходить из Голландии в Лондон.

Автор этих писем утверждал, что мир вокруг нас полон невидимой жизнью.

Эти новости о невидимых животных не укладывались в головах, отчего в Королевском обществе появлялись всё новые и новые сердитые головы. Включая доктора Грю, который однажды не выдержал и заявил:

– Я сам съезжу в Голландию и докажу, что этот человек – шарлатан! Напомните, как его зовут?

– Антони ван Левенгук, – ответил секретарь. – Он держит лавку в городе Дельфте.

– Он ещё и лавочник! – взвыл от возмущения доктор Грю, но делать нечего – обещал, так надо исполнять – и он отправился с ожесточением паковать чемоданы.

Да, Антони ван Левенгук был лавочником. Он родился в семье корзинщика и не учился в университете, а с шестнадцати лет работал в лавке суконщика. Там он и увидел небольшой микроскоп, который использовался для разглядывания нитей в тканях. Вскоре он приобрёл себе такой же.

Повзрослев, Левенгук сам завёл лавку, но любовь к микроскопам не оставил. Он прочитал книгу английского учёного Роберта Гука «Микрография» и всерьёз заинтересовался изучением природы с помощью микроскопа. Левенгук сам стал шлифовать увеличивающие линзы и постепенно достиг больших успехов. Лавочник научился создавать микроскопы, которые сами были малы, зато увеличивали предметы в триста раз без серьёзных искажений!



Левенгук помещал в микроскоп всё, что попадалось под руку, – воду, листья, собственную кожу, кровь.

Однажды Левенгук взял соскоб со своих зубов и стал внимательно рассматривать его в свой лучший микроскоп. Исследователь всмотрелся и... увидел, что в поле зрения его прибора копошится что-то живое. Оно шевелилось, двигалось – совсем как маленькие рыбки или червяки. Неужели внутри человека могут находиться другие живые существа?

Левенгук был взволнован своими наблюдениями. Он никогда ни о чём подобном не слышал, и уважаемый им Роберт Гук ничего не писал о мелких животных, которых можно увидеть в микроскоп.

Антони был потрясён, когда понял, сколько микросуществ живёт на его вполне крепких и чистых зубах. «В полости моего рта их было, наверное, больше, чем людей в Соединённом Королевстве...» – записал он в своей тетради.

Микроскоп был для Левенгука любимым хобби, с которым он не расставался всю жизнь.

Он не любил теоретизировать. «Следует воздержаться от рассуждений, когда говорит опыт», – полагал он, тщательно записывал результаты своих наблюдений и отправлял письмом в Лондон для публикации в журнале Королевского научного общества.

В один прекрасный дождливый день дверь лавки Левенгука с грохотом распахнулась. На пороге

стояли трое надменных английских джентльменов во главе с доктором Неемией Грю. Они были мокры и свирепы.

– Ну, сударь, показывайте своих... звер-рушек! – про-р-рычал доктор. – Дайте мне самому на них посмотреть!

Левенгук не возражал. Он закрыл лавку и провёл делегацию лондонских учёных в комнату на втором этаже, где он занимался своими исследованиями.

Неемия Грю прильнул к микроскопу и онемел...

* * *

– И что же он мог увидеть в микроскоп? – заинтересованно спросила Галатея у матери, читавшей сказку про Левенгука.

– О, доктор Грю мог увидеть очень многое. Хороший микроскоп – это окно в мир мельчайших существ, находящихся в непрерывной борьбе за выживание. Они выглядят по-разному: как шарики и как палочки, как изящные туфельки и как бесформенные комки слизи. Но все они без исключения активно размножаются, засеивая пространство своими потомками.

И ещё они все любят есть, вернее – жрать.

Если они крупные, то пожирают мелких, обволакивая их своим телом.

Если они мелкие, то они различными способами вскрывают стенки более крупных соседей и проникают внутрь них, чтобы там разбойничать и размножаться.

Микроорганизмы огромны по количеству, многообразны по форме и различны по образу жизни. Одни сидят как яйца в лукошке, надеясь на то, что окружающая жидкость принесёт им питание, другие носятся взад и вперёд, вращая хвостом, словно подлодка с винтом и электромотором.

– У микробов есть электромоторы? – не поняла Галатея.

– Есть, – подтвердила Дзинтара. – Такие моторы, состоящие всего из пары десятков молекул, крутят жгутики у бактерий.

Крупные клетки принимают меры предосторожности, укрепляют свои стены, нанимают сторожей для защиты. Разбойные вирусы и бактерии в ответ учатся обманывать охрану клеток и пробивать их самые прочные защитные преграды.

Клетка человека или растения похожа на укреплённый город – с крепостными стенами, защищающими от неприятеля, с трассами, по которым носятся автомобили, перевозящие грузы, с охранниками, которые решают – кого пропустить через городскую стену, а кого нет. Мусорщики и водовозы, строители и ремонтники – многие профессии человеческого мира представлены в крохотной живой клетке. В ней есть библиотека – хранилище информации с чертежами не только данной клетки, но и всего организма. Служители библиотеки всё время сравнивают жизнь клетки с её проектом, собирают в соответствии с этим проектом нужные материалы и передают их перевозчикам и строителям. Каждый обитатель клетки знает свою роль и аккуратно выполняет её.

Андрей спросил:

– Кто же командует всем этим? Вот у людей городами управляют специальные разумные люди и почти разумные компьютеры.

– Очень хороший вопрос, – ответила Дзинтара. – Но процессами внутри клетки никто не управляет. Жизнь клетки самоорганизована. Хромосомы, состоящие из ДНК, командуют только синтезом белков, из которых состоит клетка. А белки сами собираются в скелет клетки, во внутриклеточные автомобили и фабрики. Согласованность работы всех клеточных структур объясняется тем, что природа миллиарды лет разрабатывала механизмы жизни, а все неудачные или неправильно работающие версии просто отбраковывала. Выживали только те клетки, чьи обитатели вели себя согласно правилам.

Галатея не очень хорошо поняла объяснения матери и попросила:

– Мама, продолжай про Левенгука!

И Дзинтара продолжила чтение.

* * *

Итак, Неемия Грю прильнул к микроскопу и онемел!..

Да что там говорить – вскоре после визита доктора Грю и английской делегации лавочника Левенгука (который не имел никакой научной степени, не знал латыни и уже поэтому в те времена не мог считаться учёным) избрали действительным членом Лондонского королевского общества! Говоря современным языком, лавочник Левенгук стал академиком.



Триста писем написал Левенгук в Лондон. Они составили четыре тома его сочинений, опубликованных ещё при жизни исследователя.

Он прожил 90 лет, но и перед самой смертью он просил отправить свои последние письма и наблюдения в Лондон.

* * *

Все люди на планете должны быть очень благодарны лавочнику Левенгуку, который оказался умным и наблюдательным естествоиспытателем.

Он открыл для человечества целый новый мир – мир микроорганизмов, который сейчас исследуют

десятки тысяч учёных, но он до сих пор полон тайн.

Люди узнали, что именно микросущества, найденные Левенгуком, отвечают за смертельные болезни, свирепствующие в мире.

Среди них была и чума, которая не раз наваливалась на Европу. В четырнадцатом веке «чёрная смерть» опустошила континент, убив почти половину европейцев. Даже свирепый голод не забирал столько жизней, сколько унесли эти мелкие, опасные животные, обнаруженные голландским лавочником.

Открытие Левенгука кардинально изменило мир: люди стали смотреть вокруг себя другими глазами.

Обнаружение микробов привело к тому, что люди осознали пользу чистых рук и вымытых тарелок, блага водопровода и канализации, преимущества домов без крыс и улиц без мусора. Возможно, что простое мытьё рук спасло больше людских жизней, чем все лекарства, вместе взятые.

– Вот, – назидательно сказал Андрей. – А ты, Галатея, вечно ходишь с грязными руками!

– Просто я люблю строить города из песка! – возразила сестра. – Зато я всегда мою руки перед едой, а ты часто прыгаешь за стол с немытыми руками!

– Потому что я умею их не пачкать!

Дзинтара дождалась внимания и продолжила:

– Люди научились создавать эффективные лекарства тоже благодаря открытию Левенгука.

Поймай вредного микроба, который вызывает болезнь, разведи его в лаборатории – и ищи яд, который его убьёт. Выбери из найденных ядов тот, который не убьёт человека, – и ты получишь лекарство.

Конечно, в теле человека есть масса полезных микроорганизмов, которых трогать нельзя, – например, без некоторых бактерий мы не смогли бы переваривать пищу.

Открыв опасных микробов и найдя способы борьбы с ними, люди стали жить в два-три раза дольше, чем в Средние века.

И всё это благодаря лавочнику Левенгуку с его талантом создателя микроскопов и его увлечённостью исследователя-биолога.

Дзинтара закрыла книгу сказок, а Галатея заявила:

– Мама, я тоже буду биологом, как Левенгук и ты!

– Кем сильно захочешь, тем обязательно станешь. А сейчас вам пора спать. Не забудьте умыться на ночь и почистить зубы. Помните: чистые люди и зубы дольше живут!

Примечания для любопытных

Микроскоп – устройство для увеличения изображения мелких предметов. Оптические микроскопы достигают увеличения в 2000 раз.

Неемия Грю (1641–1712) – английский ботаник, первым начавший изучать под микроскопом анатомию растений.

Ренье де Грааф (1641–1673) – голландский врач и анатом.

Антони ван Левенгук (1632–1723) – голландский естествоиспытатель, открывший микроорганизмы. В 1680 году избран членом Лондонского королевского общества.

Роберт Гук (1635–1703) – английский учёный. Открыл закон Гука в теории упругости и много других научных законов и природных феноменов. В 1665 году опубликовал книгу «Микрография», описывающую результаты микроскопических исследований, включая открытие растительных клеток.

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота, длинная (до 5 сантиметров у человека) молекула, в которой записана информация о программе развития и функционирования организма. Служит для передачи генетической информации от родителей к детям.

Хромосомы – внутриклеточные структуры, которые содержат плотно смотанную нить ДНК. Полный набор хромосом образует геном организма.

Сказка об инженере Расселе, который мчался за волной на лошади

Сегодня сказку детям читала королева Никки, приехавшая в гости к Дзинтаре. Впрочем, слово «читала» тут не очень подходило – Никки обычно щедро приправляла прочитанное собственными замечаниями и шутками – так что не всегда было понятно, где блюдо, а где приправа, но всегда было вкусно – то есть интересно.

На улице шёл шумный тёплый дождь. Интересно – куда он шёл? Но дети не смотрели в окно, а слушали сказку.

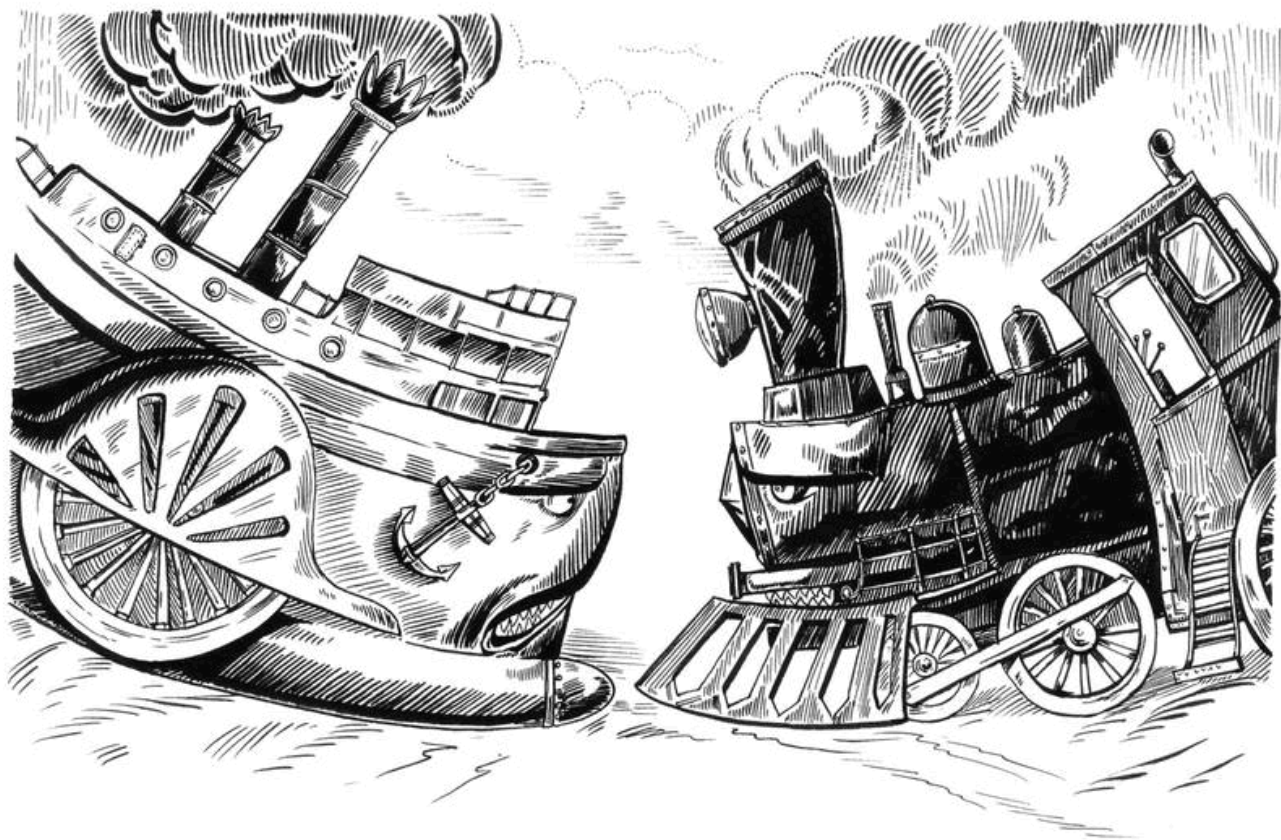
– Эта история случилась в Англии. В начале девятнадцатого века здесь разгорелась война между кораблями и паровозами.

Британские сельские дороги всегда были дрянь. Стоило пройти дождю – и они превращались в полосы отличной вязкой грязи. А как возить грузы из села в город? Морем!

Поэтому вокруг островной Англии густо сновали парусные барки и чумазные пароходики. Более того – собственники кораблей объединились и прокопали массу каналов – чтобы открыть дорогу в глубь суши для барж и лодок. Водный канал был настолько гладкой и удобной дорогой, что пара лошадей легко тащила за собой многотонную баржу, правда, с небольшой скоростью.

И вдруг у каналокопателей начались напасти!

Мелкие пароходы просто сошли с ума: они вылезли на берег, обзавелись колёсами и назвались **ПАРОВОЗАМИ**, прямо намекая, что сухопутный **ПЕРЕВОЗ** сейчас их дело.



Паровозы раздвигали носом воздух, а не воду, поэтому двигались заметно быстрее пароходов и барж. Паровозам понадобились гладкие железные дороги, но и их прокладывать было легче, чем копать каналы, – особенно в горах.

Но так просто корабельщики отдавать сушу паровозникам не собирались.

* * *

Незадолго до этого шотландец Хьюстон случайно сделал замечательное открытие. Однажды его лошадь, тащившая баржу, испугалась и помчалась во весь опор. И тут Хьюстон заметил, что, когда баржа достигла более высокой скорости, чем обычно, буксирный канат ослаб, и лошадь побежала гораздо легче.

Тогда Хьюстон купил несколько лёгких судёнышек и стал буксировать их по-новому. Если обычно баржи на каналах двигались со скоростью 6—9 км в час, то теперь лошадей стали погонять кнутах до тех пор, пока они не разгоняли лодку до двойной скорости. И тут происходило чудо: лодка дальше продолжала двигаться на гребне своей собственной волны — и буксировать судно становилось легче.

* * *

Надеясь увеличить скорость движения барж по каналам, корабельщики наняли молодого талантливого инженера Рассела для изучения этого интересного эффекта «лодок-летунов», который обещал немалую выгоду судовладельцам.

Его исследования показали, что при определённой скорости усилие, необходимое для буксировки баржи, резко падало: при 12 км в час оно составляло 225 кг, а при 14 км в час — 127 кг. Почти в два раза меньше! Чудеса! Быстрый ход лодки требовал меньшей тяги!

Свои эксперименты инженер проводил на канале возле шотландского города Эдинбурга.

В один из жарких августовских дней Рассел, сидя на вороном коне и держа часы в руках, следил за шеститонной баржей, которую тянула за собой пара гнедых коренастых лошадей. Молодой человек записывал данные измерений в блокнот и заставлял лошадей тащить баржу то медленнее, то быстрее.

В тот момент, когда баржа резко остановилась, инженер заметил поразительное явление. Позже он рассказывал о событиях этого дня так: «Я наблюдал за движением баржи, которую с большой скоростью тянула по узкому каналу пара лошадей, как вдруг баржа резко остановилась. Но отнюдь не остановилась приведённая ею в движение масса воды в канале. Неистово бурля, она стала собираться вокруг носовой части судна, а затем вдруг, приняв форму обособленного крупного возвышения — округлого и резко очерченного скопления воды, продолжила свой путь по каналу без сколько-нибудь заметного изменения формы или уменьшения скорости. Я поскакал за ней верхом, и, когда нагнал её, она всё ещё катила вперёд, сохраняя свою первоначальную форму в виде фигуры футов тридцати длиной и один-полтора фута высотой. Высота скопления постепенно уменьшалась, и, проскакав за ним одну-две мили, я потерял его в извилах канала. Такой оказалась в августе 1834 года моя первая встреча со столь своеобразным и прекрасным явлением».

Рассел назвал этот горб, который нёс на себе лёгкие лодки, «волной-перевозчиком». Волна так заинтересовала инженера, что он построил модель канала в лаборатории и повторил это явление в миниатюре. Рассел был очень увлечённым инженером: он даже выкопал в саду бассейн для гидродинамических опытов.



Уильям Ретфорд 1850

– А мы устраиваем бассейны, чтобы самим купаться! – сказала Галатея. – Вот чудачки!

– Открытие инженера Рассела, – улыбнувшись, продолжила Никки, – несмотря на свою наглядность, было встречено с недоверием среди маститых учёных. Среди них был математик и королевский астроном Джордж Эйри, а также видный специалист в гидродинамике, президент Королевского общества и баронет Джордж Стокс. Дело в том, что наблюдение Рассела противоречило законам классической гидродинамики. Каждый знает, как распространяются волны на воде от брошенного камушка – образуя цепь кольцевых гребней и быстро затухая.

– Подожди, Никки! – воскликнула Галатея, взяла из цветочного горшка маленький камень, потянулась к аквариуму, стоящему на подоконнике, и бросила в него камушек.

Рыбки укоризненно разбежались по углам, а Галатея внимательно проследила за волнами, расходящимися после падения камня.

– Продолжай, пожалуйста! – вежливо сказала девочка, вернувшись на своё место.

– **ЛИНЕЙНОЕ** волновое уравнение, описывающее волны от падающего камня, было хорошо известно. Но существование уединённой волны, которая распространяется на длинные расстояния, категорически противоречило классическим линейным уравнениям гидродинамики.

Но постепенно скепсис сменился интересом. Французский физик Жозеф Буссинеск вывел

НЕЛИНЕЙНОЕ уравнение, описывающее уединённую волну Рассела. Позже лорд Рэлей тоже предложил математическое описание этого феномена. Окончательная точка была поставлена в 1895 году профессором Амстердамского университета Кортевегом и его студентом де Фризом. Нелинейное уравнение, которое известно сейчас как уравнение Кортевега – де Фриза, имело решение в виде уединённых волн, позже названных солитонами.

Сейчас мы понимаем, что Рассел не просто открыл новое гидродинамическое явление, он открыл целый новый мир – мир нелинейной физики, вернее, **НЕЛИНЕЙНОЙ НАУКИ**. Что такое линейная наука? Это когда два плюс два равно четырём. Нелинейная – это когда два плюс два равно пяти, а то и десяти, а может – и сотне.

– Ух ты, я обязательно скажу это учителю! – воскликнул Андрей.

– Типичное нелинейное явление – торнадо или смерч, который внезапно складывается из обычных атмосферных движений и мчится разрушительным вихрем, вращающимся со скоростью в тысячу километров в час.

Да, маленькие волны, расходящиеся вокруг камушка, хорошо объясняются линейным уравнением, но без нелинейной физики невозможно понять, как возникают штормовые валы, украшенные белыми гребнями, или кипящие прибойные волны, разбивающиеся о песчаный берег, или грозное цунами, которое незаметно перемещается на многие тысячи километров в открытом океане, взметаясь на прибрежном мелководье огромной стеной из воды.

Уравнение Кортевега – де Фриза стало одним из главных инструментов нелинейной науки, а солитоны оказались распространёнными явлениями в природе. Что там далеко ходить – посмотрите в окно!

Дети дружно выглянули наружу. Дождь уже куда-то ушёл, оставив вместо себя широкий мелкий ручей, бежавший по дороге к морю.

– Присмотритесь к ручью, текущему по асфальту. Видите водяные ступеньки, которые поперечными скобками спускаются по течению? Это солитоны особого типа.

– Вижу! Вижу! – закричала Галатей.

– Ниже по дороге ручей прижимается к обочине, становится полноводнее, и на нём появляются косые волны, которые тянутся от краёв течения в его середину. Такой же феномен вы можете увидеть на своём животе, когда принимаете душ. Это тоже нелинейные волны.

– Их тоже вижу! Ручей перевит струями словно коса! – ещё громче закричала Галатей.

Андрей, глядя на ручей широко раскрытыми глазами, сказал:

– Теперь я понял, почему Никки стала читать нам сказку про солитон именно сегодня, во время дождя!

Никки одобрительно улыбнулась и сказала:

– Сейчас все учёные уверены: природа, жизнь и общество нелинейны. Осознанию этого фундаментального факта помог шотландский инженер Рассел, догнавший на коне удивительную волну.

Примечания для любопытных

Баржа – плоскодонное грузовое судно, обычно без собственного двигателя. Его тянули или лошади, или корабли-буксиры, или люди (бурлаки).

Скотт Рассел (1808–1882) – шотландский инженер и кораблестроитель. В августе 1834 года открыл солитон.

Солитон – уединённая и устойчивая волна, которая может распространяться на большие расстояния.

Фут – мера длины. Один фут равен примерно тридцати сантиметрам.

Миля – мера длины. Одна миля равна одному километру и шестистам метрам.

Джордж Эйри (1801–1892) – английский математик и астроном. Директор Гринвичской обсерватории с 1836 по 1881 год.

Джордж Стокс (1819–1903) – английский математик и физик. Соавтор системы гидродинамических уравнений Навье – Стокса. Был президентом Королевского общества.

Анри Навье (1785–1836) – французский инженер и учёный. Вывел в 1822 году основные уравнения гидродинамики – уравнения Навье – Стокса.

Жозеф Буссинеск (1842–1929) – французский математик и физик, внесший заметный вклад в

гидродинамику. В 1871 году вывел нелинейное уравнение для солитона.

Нелинейное уравнение – математическое уравнение, которое зависит от неизвестных нелинейно, например, $y = x$ – линейное уравнение, а $y = x^2$ – нелинейное.

Лорд Рэлей (1842–1919) – английский физик, президент Королевского общества, один из открывателей газа аргона, получивший Нобелевскую премию (1904). Он доказал, что небо имеет голубой цвет благодаря эффекту рассеяния света на атмосферных флуктуациях (колебаниях плотности воздуха), который сейчас называют рассеянием Рэля.

Дидерик Кортевег (1848–1941) – видный голландский математик, один из открывателей уравнения Кортевега – де Фриза. Профессор Амстердамского университета.

Густав де Фриз (1866–1934) – талантливый голландский математик, один из открывателей уравнения Кортевега – де Фриза. Защитив диссертацию в Амстердамском университете в 1894 году, проработал всю оставшуюся жизнь школьным учителем.

Сказка об упрямых слезах гевеи и упрямом Гудьере

Королева Никки снова приехала в гости к принцессе Дзинтаре. Они пили на дворцовой веранде чай, посматривая на детей, играющих в мяч.

Когда запыхавшаяся ребятня устроилась за столом – освежиться стаканчиком сока, Никки спросила:

– А вы знаете, что игру в мяч придумали американские индейцы, хотя резиновый мяч изобрели гораздо позже?

– Нет! – крикнула разгоряченная Галатея. – Расскажи!

– В Южной Америке растёт особенное дерево гевея – его белый сок затвердевает в упругий материал. Индейцы звали этот материал «каучу» – «слёзы млечного дерева» – и делали из него мячи и плащи. Этот удивительный «каучук» в Европу привёз Колумб. Французы стали называть его резиной, а испанцы придумали пинать индейские мячи ногами, отчего возник футбол. Англичанин Макинтош стал изготавливать из прорезиненной ткани непромокаемые куртки «макинтоши», а в девятнадцатом веке многие американские и европейские дома даже обзавелись каучуковыми крышами, отчего расцвела резиновая промышленность.



Но случилось в Америке жаркое лето. И все резиновые заводы обанкротились, потому что на жаре каучуковые крыши растаяли и превратились в вонючий кисель.

– Вот так сюрприз! – воскликнула Галатея. – Крыши растаяли! А если дождь пойдёт?!

Никки кивнула:

– Поэтому все люди отказались от этих нестойких резиновых крыш и галош: зачем нужны вещи, которые от солнца тают, а от холода трескаются?

И лишь один человек, который торговал прорезиненными тканями, – американец Чарльз Гудьер (известный также как Гудьир или Гудьер) – верил, что каучук можно сделать стойким и прочным материалом. Он не был профессиональным химиком и пытался решить проблему непрочного каучука методом проб и ошибок. Гудьер потратил на каучук много лет и все свои сбережения, залез в огромные долги и стал общим посмешищем. Соседи ядовито говорили: «Если вы увидите человека в резиновом пальто, резиновых ботинках, резиновом цилиндре и с резиновым кошельком, а в кошельке ни единого цента, то можете не сомневаться – это Гудьер».

Чего только не делал упрямый Гудьер с каучуком! Он смешивал его с песком, солью, кислотой, маслом, перцем – он даже варил каучук в супе! – но никак не мог придать ему прочность: каучук был упрям не меньше Гудьера.

Гудьера сажали в тюрьму за долги, но и там он продолжал эксперименты. Его семья голодала, он был должен всем друзьям массу денег, но он не сдавался. Он травился опасными химикатами, но продолжал свои исследования.



Как-то раз Гудьер купил для опытов новые пластины липкого каучука и пересыпал их серой, чтобы они не склеивались. И тут в дом зашла жена. Она увидела каучуковые пластины, на которые ушли последние семейные деньги, рассердилась и бросила каучук прямо в горящую печь.

Гудьер постарался объяснить жене, что она неправа: нельзя тормозить научный прогресс. После чего он вытащил кочергой обуглившийся каучук из горящей печи и выбросил его в снег – остудить.

Из снега Гудьер вынул уже не липкий каучук, а прочную резину!

Так Гудьер переупрямил каучук и открыл знаменитый процесс вулканизации каучука.

– Никки, ты, наверное, шутишь? – сказала Галатея. – Неужели всё так и было?

– Кто-то утверждает, что Гудьер просто попал под дождь, намочил каучук и решил просушить его на горячей плите. Гудьер его знает – кто прав. История лукава и полна легенд, но факт бесспорен: обычно Гудьер избегал нагревать каучук, потому что он легко плавился. Но однажды каучук, обваленный в сере, попал случайно на раскалённую плиту или в печь – и затвердел. Сера и высокая температура привели к

появлению дополнительных химических связей между молекулами каучука. Сера оказалась отличным организатором и сумела выстроить молекулы каучука в красивую равномерную сетку, отчего каучук стал прочным, упругим и стойким к воздействию жары и холода.

Благодаря своему открытию Гудьер разбогател и расплатился с долгами, а соседи, которые громко смеялись над ним, так и замерли с открытыми ртами. В паре разинутых ртов птицы даже успели свить гнёзда и высидеть птенцов.

Химик-изобретатель стал свидетелем того, как в разных странах возникло множество заводов, на которых работали десятки тысяч человек, производя сотни видов резиновых изделий.

Прочная резина Гудьера двинулась в победоносное шествие по миру. Чего только не делали из неё – обувь, ленты конвейера, изоляцию электрических проводов, игрушки и детские шары.

И тут появились первые автомобили. Они ездили на железных колёсах и немилосердно трясли своих пассажиров. Эти первые авто гремели по булыжным мостовым так, что воробьи падали в обморок или спасались бегством. Первые автомобили в Англии так и звали – «истребители воробьёв».

Собрались возмущённые воробьи на совещание. Большинство, громко чирикавая, потребовали запретить эти кошмарные автомобили. Робкое меньшинство предложило срочно вывести шумоустойчивую породу воробьёв.

Автомобилисты, потирая тыльные места организма, тоже собрались на совет.

– Что делать будем? Как нам спастись от этой невыносимой тряски? – спросил главный автомобилист своих собратьев по колёсному племени. Те молчат и грустными глазами смотрят.

– Чего молчите? Языки прикусили? – пошутил председатель собрания.

Все собравшиеся взяли и показали ему языки. Тут главный автомобилист сам убедился – да, прикусили. От такой тряски прикусишь не только язык, но и уши.

– Ты наверняка шутишь, Никки! – сказала Галатея. – Собственные уши никто прикусить не может!

– Собственные – да, не может, – кивнула Никки. – Стали автомобилисты молча размышлять: чем обернуть колёса, чтобы они не гремели и смягчали удары о дорожные булыжники?

Войлоком? Он быстро забьётся грязью и сотрётся. Попробовали обтягивать автоколёса плотной резиной – лучше, но тоже жёстко. И тогда решили обернуть колеса автомобилей воздухом.

– Обернуть колёса воздухом? – не поверила своим розовым ушкам Галатея.

– Ага, – сказала Никки. – Воздух – прекрасный материал для амортизации. Он очень упруг, при этом его можно сжимать сколько угодно раз – и он снова расправляется.

– Но ведь воздух не станет ждать, когда колесо его сожмёт – он просто улетучится! – возмутилась Галатея.

– Верно. Как раз здесь и помогло изобретение Гудьера: воздух стали заключать в специальную резиновую камеру, чтобы он не сбежал со своего рабочего места – из-под колеса.

– Воздух попал в камеру как преступник! – пошутил Андрей.

В 1895 году появились первые авто с надувными шинами, которые стали двигаться мягко и бесшумно. Каучук спас воробьёв и водителей!

Но, что понравилось автомобилистам, то не устроило пешеходов – они больше не слышали приближающегося автомобиля, и он часто становился для них неприятным сюрпризом. Автомобили на пневматических шинах даже стали запрещать, как опасные для пешеходов. Некоторые специалисты «чирикали», что быстрые автомобили опасны и для пассажиров: «Самодвижущаяся повозка, передвигающаяся со скоростью более ста километров в час, никогда не будет создана, потому что эта скорость невыносима для человека и все находящиеся в таком экипаже тут же умрут!»

Автомобили легко и быстро опровергли эти опасения, а вот для того, чтобы примирить четырёхколёсных водителей и двуногих людей, пришлось разделить каждую дорогу на две полосы – для автомобилей и для пешеходов. Но при переходе через автомобильную дорогу людям по-прежнему приходится быть настороже.

А компания «Гудьер» до сих пор выпускает шины для автомобилей. Читают пешеходы и водители надпись «Гудьер» на шине, что по-английски означает «хороший год» (goodyear), и думают, что это просто пожелание им хорошего года.

На самом деле на этой шине написано не пожелание, а имя упрямого изобретателя Гудьера. Его труд вложен в каждую шину в мире – от шины космического шаттла до шины детского велосипеда!

Конечно, на все современные шины никаких каучуковых деревьев не хватит, поэтому учёным пришлось синтезировать искусственный каучук. Но упрочняют этот каучук по-прежнему с помощью процесса вулканизации, открытого Гудьером.

Андрей сказал:

– А я видел по телевизору какое-то собрание, где люди ругали учёных и науку за грязную природу и за... за... – мальчик замялся, вспоминая, – ...за цивилизационный стресс!

Никки спросила:

– Ты уверен, что это было собрание людей, а не воробьёв?

– Ты опять шутишь, Никки! – воскликнула Галатея.

– Ну конечно, шучу, – сказала Никки и вздохнула.

* * *

Едут миллионы машин по шоссе, тихонько и благодарно шипят шинами: «С-с-с-пасибо, Гудьер!»

Всё-таки хорошо, что есть такие упрямые люди, которые никогда не сдаются, внимательны к мелочам и упорно работают до победы. Именно они, способные переупрямить самый упрямый каучук и самую трудную проблему, и двигают нашу цивилизацию, катят её вперёд – всё быстрее и всё бесшумнее.

Примечания для любопытных

Чарльз Макинтош (1766–1843) – британский химик и изобретатель. Разработал получение прорезиненной ткани и наладил производство непромокаемых «макинтошей».

Чарльз Гудьер (1800–1860) – американский химик и изобретатель. В 1839 году открыл процесс вулканизации каучука.

Полимеризация – процесс, когда много отдельных молекул соединяется в одну длинную цепочку. Получившуюся цепочку называют полимером, потому что по-гречески «поли» – значит «много». Так из газа этилен можно получить твёрдый полиэтилен, из жидкого стирола – твёрдый полистирол. А некоторые полимерные цепочки можно дополнительно связать между собой – как сделал при помощи серы Гудьер с каучуком-полимером. Это называется «сшивка». Она превращает вязкий каучук в упругую резину. А если серы взять много – то в твёрдый эбонит.

Сказка о конторщике Эйнштейне, быстром светлячке и замедленном времени

Однажды вечером королева Никки начала свою очередную сказку:

– Жил-был странный мальчик Альберт Эйнштейн. Он не очень хорошо учился, зато много думал. Например, его очень интересовал вопрос: почему магнитная стрелка всё время направлена на север? Как она узнаёт, где расположен Северный полюс?

Учителя ругали маленького Эйнштейна за нежелание быть как все, а он сидел и размышлял – будет ли видеть бегун своё отражение в зеркале, которое он держит в руке? «Конечно, будет!» – скажет любой человек, когда-либо бегавший с зеркалом по дому или по улице. А если бегун бежит почти со скоростью света? А? Призадумались, бегуны? Вот то-то и оно...

Кое-как закончил Альберт Эйнштейн школу и поступил в университет. И здесь такая же петрушка – какие-то предметы Альберту нравились, и он учился хорошо, а по каким-то неинтересным предметам студент Эйнштейн имел невысокие оценки.



Галатея фыркнула и покосилась на брата. Андрей заёрзал, а Никки продолжала:

– Так и до беды недалеко – и она пришла. Хотел Эйнштейн работать учёным – или хотя бы помощником учёного, но никто из университетских профессоров не захотел взять к себе молодого человека, который слишком много думает над вопросами, которые ему никто не задавал.

И Эйнштейн оказался безработным. У него не было денег даже на еду. Он стал голодать, иногда по неделе ничего не ел. Вот попробуйте неделю ничего не есть – и узнаете, как молодому Эйнштейну было плохо.

– Ужас! – сказала Галатея с круглыми глазами. – Недавно из-за какого-то медицинского анализа мама меня до вечера не кормила – так я чуть не умерла от голода!

– Два года Эйнштейн перебивался случайными заработками, пока друзья не порекомендовали его на место конторщика в патентное бюро.

Усатый начальник бюро взял его на работу, хотя и с большим сомнением.

Эйнштейн очень обрадовался службе – наконец-то он сможет покупать себе еду и книги.

В патентном бюро Эйнштейн разбирал заявки всяких изобретателей, которых, кстати, на свете очень много. Эти люди придумывали самые различные штуки – от самолётов до керосинок. Все изобретатели писали в патентное бюро длинные письма с картинками, требуя себе денег и славы.

Главный бюрократ – начальник патентного бюро – назидательно говорил новому сотруднику, поглаживая свои пышные усы:

– Эйнштейн, если вы будете работать без прилежания, то никогда не станете начальником нашего бюро, а я знаю, что вам этого очень хочется.

– Почему он так решил? – спросила Галатея.

– Все начальники заранее уверены, что остальные люди мечтают занять их место... – усмехнулась Никки.

– Альберт Эйнштейн молчал, делал свою работу, а всё оставшееся время посвящал своей любимой физике и самовлюблённому бегуну, который успевал на ходу смотреться в зеркало.

Очень интриговал Альберта этот бегун. Эйнштейн знал, что великий Галилей открыл принцип относительности. Вот за домашним столом сидит бородатый человек и пьёт чай. Возьмём мысленно этого человека с его столом, бородой и чаем и перенесём в поезд, стоящий на станции. Если бородач не интересуется ничем, кроме своего чая, то он даже не заметит перемещения. А если перенести человека в быстро движущийся поезд? Если рельсы гладкие и поезд движется вперёд очень плавно, то чаепитие бородача тоже ничем не будет нарушено – потому что человек, борода и чашка летят относительно земли с большой скоростью, а относительно друг друга неподвижны. Галилей провозгласил принцип: все физические процессы в равномерно движущемся вагоне будут протекать совершенно так же, как в неподвижном.

– А я пила чай даже в самолёте! – похвасталась Галатея. – Спасибо Галилею.

– Но Эйнштейн никак не мог понять – будет ли выполняться это правило, если поезд начнёт двигаться со скоростью близкой к скорости света? Ведь на таких скоростях происходят удивительные явления.

Представим себе светлячка, который летит и светит вокруг себя своим зелёным фонариком. Теперь сделаем светлячка волшебным, чтобы он мог лететь с очень большой скоростью, близкой к скорости света, выпущенного из фонарика. Вы знаете, с какой скоростью летит свет? Так быстро, что за секунду с небольшим он может достигнуть Луны!

– Брось, Никки, – проворчал Андрей. – Это знает каждый двухнедельный младенец.

– Если принцип Галилея справедлив и для светлячка, то этот симпатичный жучок не увидит никаких изменений в своём свете, который, как был зелёный, таким и останется.

Но, согласно закону Доплера, для покоящегося наблюдателя (то есть бескрылого наблюдателя, стоящего в сторонке) световая волна от улетающего светлячка должна растянуться, как пружина, – значит, цвет фонарика светлячка должен измениться и покраснеть – потому что красные волны длиннее зелёных.

Возникает жуткая путаница.

Светлячок летит, уверенный, что его фонарик светит зелёным светом.

Наблюдатель смотрит вслед быстрому светлячку и видит, что он светит красным.

И оба они совершенно правы!

– Как можно совместить столь разные точки зрения?! – удивилась Галатея.

– Но это ещё не всё. Любое разумное или просто здравомыслящее существо понимает, что скорости движущегося эскалатора и человека, идущего по нему, должны складываться. Значит, когда светлячок летит и светит перед собой своим фонариком, то луч света от летящего жучка должен двигаться быстрее, чем луч света от неподвижного светлячка.

– Конечно, это совершенно очевидно! – сказала здравомыслящая Галатея.

Никки коварно ухмыльнулась:

– Не тут-то было – физика часто противоречит здравому смыслу.

– Может, это здравый смысл противоречит физике? – спросил Андрей.

– Если стоящий наблюдатель измерит скорости лучей света от быстро движущегося светлячка и от сидящего, он получит одинаковые значения! Такой эксперимент провели физики Майкельсон и Морли – и он поставил всех учёных в тупик, в котором они почувствовали себя школьниками-двоечниками.

Светлячок, который втайне от физиков сам измерял скорость света своего фонарика, согласился: с его точки зрения, эта скорость не зависела от скорости полёта, в полном соответствии с принципом относительности Галилея.

– А я-то думала, что принцип Галилея простой, – уныло сказала Галатея. – А он привёл к такой неразберихе!

– Долго думал Эйнштейн над этими загадками, но всё-таки сумел объяснить их. Он сделал неожиданный и дерзкий вывод: время для быстро летящего светлячка течёт медленнее, чем для покоящегося наблюдателя. Только тогда фонарик светлячка будет для него зелёным, а для бескрылого наблюдателя – красным. Только такое замедление времени может объяснить то, что скорость света, измеряемая разными наблюдателями, всегда остаётся постоянной.

– И это называется – объяснил? – хмыкнула Галатея. – Да он всё запутал!

– Когда Эйнштейн опубликовал свою теорию в научном журнале, даже среди физиков возникло смятение: время, само незыблемое время – и течёт по-разному для пешеходов, автомобилей и самолётов?!

«Да!» – твёрдо заявил Эйнштейн.

Находчивые учёные быстро придумали, как опровергнуть это смелое утверждение Эйнштейна: они взяли нестабильные частицы и засунули их в ускоритель, который позволяет разогнать заряженные элементарные частицы почти до скорости света.

«Если этот странный Эйнштейн прав, то часы, которые ест у каждой частицы, отстанут очень сильно!» – сердито сказал главный ускорительщик и достал свой секундомер.

– Постой, Никки! – закричала Галатея. – Ничего не понимаю: откуда у элементарных частиц часы? Где они их носят – в брючных карманах?

– Учёные взяли частицы с известным коротким временем жизни, после чего они распадаются на более мелкие части. Так что часами являлись сами элементарные частицы. Загудел ускоритель и разогнал частицы до такой скорости, на какой у любого светляка голова закружится. А потом выпустил эти частицы в особое устройство, камеру Вильсона, наполненную паром, как горячая баня. В такой камере каждая элементарная частица оставляет белый след, как самолёт в небе. Чем длиннее след, значит, тем дольше живёт частица.

«О, демон Максвелла! – с ужасом воскликнул главный ускорительщик, заглянув в камеру Вильсона. – Эйнштейн прав, время останавливается!»

И все учёные увидели, что частицы, которые раньше оставляли в камере Вильсона коротенький след и распадались, сейчас оставляют дорожку гораздо длиннее. Формулы Эйнштейна оказались правильными: приближаясь к скорости света, частицы жили всё дольше и дольше – в десятки, сотни раз больше обычного! Значит, их внутренние часы действительно стали замедляться.

– Никки, но, может, длинный след частиц объяснялся их большой скоростью? – спросил недоверчивый Андрей.

– Нет. Ускоритель разгонял частицы до 99 % от скорости света, до 99,9 %, до 99,99 % и так далее. Такое различие в скоростях практически не сказывается на величине пробега частицы. Но при этом увеличении скорости, согласно Эйнштейну, замедлялись внутренние часы частицы – и они жили до своего распада гораздо дольше и оставляли более длинную дорожку в камере Вильсона.

Позже появились такие точные атомные часы, что стало возможным измерять эйнштейновское отставание часов в самолётах и даже в автомобилях. Один учёный решил сам проверить теорию Эйнштейна и поехал в отпуск на своей машине, нагрузив её детьми, собакой и атомными часами. Вернулся домой через две недели, сравнил данные с контрольными часами, которые оставлял дома, и убедился: взятые с собой часы отстали! Значит, поездка проходила во времени, которое текло медленнее обычного.

«Хоть чуть-чуть, да растянул отпуск, – сначала подумал учёный, а потом спохватился: – Я не растянул отпуск, а сократил его! Во время отпуска я жил медленнее и меньше отдохнул!»

– Подумаешь, такое микроскопическое отставание времени – это пустяки, даже наручные часы подводить не надо! – заявила Галатея.

Королева возразила ей:

– А вот и не пустяки – мы сталкиваемся с замедленным временем везде и всюду, например, когда играем в теннис или в футбол.

Летит быстрый мяч. Почему так трудно его отбить?

«Из-за инерции мяча!» – скажет Ньютон, а Галилей согласно кивнёт.

«Потому что мяч двигается в замедленном времени!» – возразит, вернее, уточнит Эйнштейн.

Маленькое замедление времени, умноженное на большую энергию покоя мяча, даёт всем известную кинетическую энергию, которую можно назвать «энергией времени» и которая порождает феномен инерции.

Пиная ногой мяч, мы ускоряем его скорость и замедляем его время. Когда мяч ударяется в сетку ворот, то останавливается и ускоряет своё время до обычного.

Тело, выходя из замедленного времени, всегда вынуждено сбрасывать энергию – поэтому внезапная остановка автомобиля при встрече со столбом приведёт к деформации капота из-за излишка «энергии времени».

– Какая же энергия покоя должна быть у машины, чтобы столь ничтожное замедление времени так смяло металлический капот? – спросил Андрей.

– Эйнштейн вывел знаменитую формулу $E_0 = MC^2$. Это означает, что и сам человек, и каждый предмет вокруг нас обладают невероятными запасами энергии. Именно эта энергия вырывается наружу в атомных реакторах и термоядерных бомбах – причём лишь небольшая её часть.

Физики, которые устраивали гонки электронов в ускорителях, обнаружили, что, чем быстрее летит электрон, тем больше его инерция – электрон словно тяжелеет, и разгонять его становится всё сложнее. Эйнштейн объяснил: замедление времени становится причиной того, что электроны ведут себя как более тяжёлые частицы. Медленное время «окутывает» быстрые частицы так, что внешняя сила доходит до электронов ослабленной. Именно поэтому нельзя разогнать космические корабли или электроны быстрее скорости света: при приближении к этому пределу на кораблях и электронах время практически останавливается – и они, застывшие в янтаре эйнштейновского времени, становятся нечувствительны к дальнейшему ускорению.

– Вот почему так долго нужно добираться до другой звезды! – понял Андрей. – А фантасты не знают теории Эйнштейна – и их корабли шмыгают по всей Галактике со сверхсветовыми скоростями!

– Учёные были потрясены работами Эйнштейна. Вся классическая механика и физика предстала перед ними в новом свете. А теория конторщика Альберта Эйнштейна стала известна как специальная теория относительности.

Семь лет работал Альберт Эйнштейн на спокойной должности служащего патентного бюро и писал статьи, которые взрывали учёный мир.

Потом он пришёл к своему начальнику и тихо сказал:

– Меня пригласили работать профессором физики в Цюрихский университет, поэтому я ухожу из вашего бюро.

Главный бюрократ упал от удивления под стол и примерно неделю не мог оттуда вылезти. Потом всё-таки вылез.

– Я вам не верю! – сердито сказал он терпеливо ожидавшему Эйнштейну. – Профессорами физики в знаменитом Цюрихском университете могут стать только известные или даже знаменитые физики. А вы – конторщик и мой подчинённый.

Эйнштейн мог бы подумать: «А я и есть известный физик, а вскоре буду знаменитым», – но не стал этого делать, потому что был очень скромным человеком. Тем более, эта мысль всё равно была бы неправильна: Эйнштейн вскоре стал не просто знаменитым, а САМЫМ знаменитым физиком в мире.

Примечания для любопытных

Альберт Эйнштейн (1879–1955) – самый знаменитый физик мира, создатель специальной теории относительности (1905) и теории гравитации (1915). Лауреат Нобелевской премии (1921).

Скорость света – максимально возможная скорость перемещения материальных объектов, с которой движется и световой луч в вакууме. Скорость света в пустоте – это фундаментальная физическая константа, равная 299 792 458 метрам в секунду.

Галилео Галилей (1564–1642) – великий итальянский физик, механики астроном. Открыватель спутников Юпитера, основатель экспериментальной физики. Сформулировал важнейший принцип относительности Галилея.

Кристиан Доплер (1803–1852) – австрийский физик, описавший в 1842 году эффект смещения

частоты оптического или акустического излучения при движении излучателя (эффект Доплера). Любой мальчишка является знатоком эффекта Доплера. Если бежать, ведя палкой по изгороди, то слышно прекрасное громкое тарахтение – и каждый мальчик знает, что при быстром беге палка

по забору будет стучать чаще. В этом суть эффекта Доплера. Кстати, из-за этого эффекта гудок железнодорожного локомотива слышится для людей на станции выше по тону, когда локомотив подъезжает к станции, и ниже – когда он её проезжает. («Хм, – подумала Галатея, – обязательно надо послушать!»)

Альберт Майкельсон (1852–1931) – американский физик, доказавший постоянство скорости света для разных наблюдателей. Лауреат Нобелевской премии по физике за 1907 год.

Эдвард Морли (1839–1923) – американский физик, соавтор Майкельсона по опыту Майкельсона – Морли, в котором с высокой точностью измерялась скорость света.

Элементарные частицы – мельчайшие частицы материи, которые нельзя расщепить. Для нестабильных элементарных частиц это определение не очень правильно, так как они могут распадаться самостоятельно и превращаться в другие частицы.

Чарльз Вильсон (1869–1959) – шотландский физик, предложивший метод исследования траекторий элементарных частиц с помощью камеры Вильсона, наполненной перенасыщенным паром. В 1927 году получил за этот метод Нобелевскую премию.

Демон Максвелла – гипотетическое разумное существо микроскопического размера, придуманное великим физиком Максвеллом для мысленных экспериментов с отдельными молекулами.

Исаак Ньютон (1643–1727) – великий английский физик, математик и астроном.

Энергия покоя – гигантская энергия, содержащаяся в любом материальном теле и равная массе тела, умноженной на скорость света в квадрате.

Эффект Вавилова – Черенкова (см. иллюстрацию) – свечение, вызываемое в прозрачной среде (например, в воде) заряженной частицей, которая движется со скоростью, превышающей скорость распространения света в этой среде (в стекле и воде свет распространяется заметно медленнее, чем в вакууме).

Сказка о велосипедных механиках Райтах, которые построили летающую этажерку

Наступил вечер – и время вечерней сказки. Но вместо сказки Дзинтара вдруг прочитала стихи:

Идёт без проволочек
И тает ночь, пока
Над спящим миром лётчик
Уходит в облака.

Он потонул в тумане,
Исчез в его струе,
Став крестиком на ткани
И меткой на белье.

Под ним ночные бары,
Чужие города,
Казармы, кочегары,
Вокзалы, поезда.

Всем корпусом на тучу
Ложится тень крыла.
Блуждают, сбившись в кучу,
Небесные тела.

И страшным, страшным креном
К другим каким-нибудь
Неведомым вселенным
Повёрнут Млечный Путь.

В пространствах беспредельных
Горят материки.
В подвалах и котельных
Не спят истопники.

В Париже из-под крыши
Венера или Марс
Глядят, какой в афише
Объявлен новый фарс.

Кому-нибудь не спится
В прекрасном далеке
На крытом черепицей
Старинном чердаке.

Он смотрит на планету,
Как будто небосвод
Относится к предмету
Его ночных забот.

Не спи, не спи, работай,
Не прерывай труда,
Не спи, борись с дремотой,
Как лётчик, как звезда.

Не спи, не спи, художник,
Не предавайся сну.
Ты – вечности заложник
У времени в плену.

Галатhea сказала:

– Мама, это хорошие стихи, но зачем ты нам их прочитала? Для колыбельной они не годятся – под них хорошо НЕ спать.

Дзинтара сказала:

– Эти стихи Бориса Пастернака очень подходят к сегодняшней сказке о странных людях, которые решили доказать, что предметы тяжелее воздуха могут летать.

– Действительно, это странные люди, – откликнулась Галатhea. – Ведь такие предметы должны тонуть в воздухе – то есть падать на землю.

– Так думало немало мудрецов. Но вот что произошло в самом начале двадцатого века... – Дзинтара открыла книгу и начала читать: – Свистел ветер, налетавший с Атлантического океана. Ветер был ровен, плотен и упруг, он толкал в грудь, слезил глаза – а если отвернуться, то чувствительно давил на спину. Ветер был пропитан солью и шумом неутихающего прибоя, кипящего на краю пляжа.

...Пляж ровен и широк – настоящее песчаное поле. В самой его широкой части уложены рельсы, на которых стоит странная этажерчатая конструкция.

Возле неё – шестеро взрослых и мальчик.

Двое взрослых подбросили монетку в классическом жесте случайного выбора. Один из них

разразился радостным криком.

– Повезло тебе, Орвилл! – с завистью сказал другой.

Орвилл забирался внутрь конструкции из еловых жердей, ткани и тросиков, похожей на большую этажерку. Раздалось громкое тарахтение мотора – и, скользнув по рельсам навстречу океанскому ветру, странный аппарат взлетел в воздух.

Немногочисленные зрители разразились радостными криками:

– Летит! Летит!

Полёт высотой не выше трёх метров, длиной 39 метров и длительностью 12 секунд вписал в историю имена братьев Райт – Уилбера и Орвилла, которые разыграли в орлянку право полететь первым.

Самое дерзкое и самое возвышенное устремление в истории земной цивилизации – это мечта о полёте, о том, чтобы человек мог летать подобно птице.

Французы, братья Монгольфье изобрели в восемнадцатом веке воздушный шар – аппарат легче воздуха – и позволили людям медленно плавать в атмосфере. Так возникло воздухоплавание.

Но мечта о быстром – подобном птичьему – полёте не оставляла людей. В середине девятнадцатого века англичанин Джордж Кейли создаёт планер, в котором человек впервые поднимается в воздух. В конце девятнадцатого века немецкий инженер Отто Лилиенталь строит и испытывает целую серию планеров, но погибает в одном из полётов из-за сильного порыва ветра.

Братья Райт были владельцами велосипедного магазина, который продавал также двигатели и печатные прессы.

Братья с детства испытывали интерес к авиации: когда они были детьми, отец купил им игрушку – летающий самолёт с пропеллером на резиномоторе, который представлял собой длинную закручивающуюся резиновую нить. Братья долго играли с игрушечным самолётом, а когда он сломался, то 11-летний Уилбер и 7-летний Орвилл сами построили аналогичную авиамодель.



– Хочу такой самолёт! – заявила Галатея.

Дзинтара кивнула:

– Вовремя подаренные умные игрушки или детские книжки могут изменить историю мира.

В истории авиации 1896 год стал переломным. В этом году беспилотный самолёт с паровым двигателем, построенный американским учёным Лэнгли, пролетел над рекой Потомак 800 метров. Тогда же инженер Шанют со своими молодыми сотрудниками приступил к испытанию планера-биплана. В этом же году погиб всемирно известный авиатор Отто Лилиенталь. Его смерть показала, что старые принципы управления полётом неэффективны.

Все эти события произвели большое впечатление на братьев Райт, особенно на старшего – Уилбера.

Братья стали собирать литературу об авиации и размышлять о создании хорошо управляемого самолёта. Они взяли за основу биплан Шанюта и принялись разрабатывать систему управления на основе изменения геометрии крыла. В своих поисках наилучшей конструкции братья Райт использовали математические формулы аэродинамики и эмпирические данные Лилиенталья. Методичные исследователи Райт даже построили собственную аэродинамическую трубу, в которой испытывали разные конструкции крыльев.

Братья создали управляемый планер и приступили к его испытаниям. Уилбер и Орвилл совершили

на своём безмоторном аппарате множество полётов и за два года достигли успеха: создали планер, который успешно управлялся человеком.

Потом братья приступили к поиску необходимого двигателя. Мотор для будущего самолёта должен быть лёгким и, согласно расчетам братьев, обладать мощностью в восемь лошадиных сил.

Но никто из производителей моторов не мог построить нужный для самолёта двигатель.

Тогда братья Райт предложили сделать его Чарли Тейлору – механику, работавшему в их магазине и чинившему велосипеды и моторы.

За полтора месяца Тейлор, руководствуясь грубым эскизом братьев, сделал прекрасный двигатель из алюминия мощностью не в восемь, а в двенадцать лошадиных сил!

– Удивительно! – заявил Андрей. – Построили братья Райт летательный аппарат, а потом – раз! – и нашли рядом талантливого механика, который сумел построить им удачный мотор. Вот повезло братьям Райт!

Дзинтара возразила:

– Но дело тут не столько в везении, сколько в упорстве и правильном подходе. История девятнадцатого века полна неудачными попытками построить самолёт. Или к хорошему планеру никак не находился лёгкий и мощный двигатель, или хороший двигатель пристраивался к непрочному и нестабильному самолёту. Благодаря своей методичности, братья Райт оказались первыми, у которых управляемый планер подружился с удачным мотором.

17 декабря 1903 года аппарат братьев Райт, пилотируемый Орвиллом, совершил исторический полёт длиной почти в 40 метров на песчаном атлантическом побережье Северной Каролины.

Впервые в истории моторный самолёт, управляемый человеком, поднялся в воздух.

Следующим в тот же день взлетел его брат Уилбер, пролетев больше 50 метров. Орвилл совершает третий полёт длиной более 60 метров. В четвёртый раз в этот декабрьский день полетел снова Уилбер – он преодолел четверть километра, продержавшись в воздухе минуту, – и упал, повредив аппарат.

– Как им было не холодно – летать в декабре, на ледяном морском ветру? – удивилась Галатея. – Разве они не могли подождать лета?

Дзинтара отрицательно покачала головой:

– Братья так давно мечтали о полёте, что, построив самолёт зимой, совершенно не могли ждать тепла и лета.

После удачных декабрьских испытаний братья совершенствуют свой самолёт ещё два года, избегая внимания журналистов и возможных конкурентов.

Чарли Тейлор, который стал первым в мире авиамехаником и обеспечивал изготовление и работу двигателей для самолётов братьев Райт, очень хотел научиться летать на самолёте, для которого он создал такой удачный мотор. Но братья Райт не поддержали мечту своего механика.

Чарли Тейлор вспоминал со вздохом: «Я всегда хотел научиться летать, но так и не научился. Райты отказались учить меня и всячески отговаривали меня от этой идеи. Они говорили, что я им нужен в магазине и для обслуживания их машин. Если я научусь летать, то я буду шляться по всей стране и, может быть, стану пилотом на ярмарках – и уже не вернусь к ним».



Третий самолёт братьев Райт оказывается самым удачным. Братья послали письма в американское военное министерство и в частную французскую фирму с предложением купить патент на свой самолёт.

Американские военные отнеслись с большим недоверием к письму владельцев велосипедного магазина о том, что они построили самолёт. Военное министерство только что потратило огромные деньги – 50 тысяч долларов – на неудачную попытку создания пилотируемого самолёта конструкции профессора Лэнгли. Попытка надводного взлёта с помощью катапульты с баржи привела к тому, что в результате сильного стартового ускорения самолёт просто развалился, чуть не убив пилота. И что – два велосипедных механика оказались умнее одного профессора?!

С ещё большим недоверием к сообщениям о самолёте братьев Райт отнеслись в Европе. Французские газеты считали блефом сообщения о самолёте братьев Райт и называли братьев не «flyers» – «летуны», а созвучным английским словом «liars», то есть «лжецы».

В 1906 году Альберто Сантос-Дюмон, парижанин из Бразилии, денди и знаменитый конструктор управляемых воздушных шаров, создал очень удачный самолёт-моноплан и 23 октября при большом скоплении парижан совершил полёт на высоте двух-трёх метров на расстояние в 60 метров. С этих пор Сантос-Дюмон стал ещё более знаменит.

Сантос-Дюмон охотно разрешал желающим копировать свой самолёт и даже публиковал его

чертежи в популярных журналах. Он наивно верил, что авиация станет мирным и всеобщим занятием. В отличие от аппарата братьев Райт, самолёт Сантос-Дюмона взлетал без рельсов и встречного ветра, поэтому многие, особенно бразильцы, считают именно его создателем первого самолёта. Сантос-Дюмон использовал свой самолёт «Демуазель» как личное транспортное средство, летая по Парижу из дома в любимый ресторан и обратно.

Сантос-Дюмон был знаменитым спортсменом, другом миллионеров и королей. Как-то Альберто пожаловался своему другу, часовому мастеру и ювелиру Луи Картье: во время полётов у него заняты обе руки, и ему трудно пользоваться традиционными мужскими часами на цепочке, хранящимися в кармане жилета. Картье разработал для своего друга Сантос-Дюмона наручные часы на кожаном ремешке. Теперь пилоты самолётов могли узнавать время, не отрывая рук от штурвала, и с тех пор мужчины всего мира носят только такие часы.

– Вот оно что... – пробормотал Андрей и покосился на свои наручные часы.

– После двух лет безуспешных попыток привлечь внимание к своему самолёту Уилбер и Орвилл поняли, что только публичная демонстрация может исправить положение.

Уилбер отправился с самолётом во Францию, а Орвилл стал готовить другой аппарат для полётов в Вирджинии.

Стоял жаркий день 8 августа 1908 года. На поле, недалеко от Парижа, собралась огромная толпа. В ней сновали дети, собаки, разносчики питья. Парижане говорили, смеялись, жестикулировали. Все собрались посмотреть на самолёт американцев Райт, но никто не верил, что он полетит. Парижане – народ тёртый, скептический, их на мякине не проведёшь.

Томительно тянулось время. Наконец, пилот сел в свой аппарат.

Громко затрещал мотор.

Все присутствующие вытянули шеи, пытаясь получше рассмотреть самолёт.

Аппарат братьев Райт медленно тронулся с места и, ускоряясь, побежал по полю.

«Ах!» – выдохнула разом публика.

Самолёт взлетел!

И вот уже не нужно тянуть шеи: самолёт стал прекрасно виден всем. Он пролетел над головами взволнованной публики и вдруг наклонился на крыло.

Падает?!

Нет, это летчик сделал специально, чтобы самолёт вошёл в вираж и начал описывать огромный круг над полем.

Парижане были потрясены и пришли в восторг.

Уилбер демонстрировал отличную управляемость самолёта при полётах по кругу и по восьмёрке. Этот пилотаж заметно превосходил способности европейских самолётов и лётчиков.

На следующий день братья Райт проснулись всемирно знаменитыми. Скептики были посрамлены и приносили извинения.

3 сентября в Америке начинал демонстрационные полёты Орвилл. Он совершает полёт продолжительностью более часа, производя сильное впечатление на американских военных. По условиям контракта, самолёт должен перевозить не только лётчика, но и пассажира, поэтому 17 сентября Орвилл взял на борт лейтенанта американской армии Томаса Селфриджа (хотя авиамеханик Чарли очень хотел, чтобы он был пассажиром в этом полёте). На высоте 30 метров пропеллер самолёта раскололся, и аппарат рухнул на землю. Чарли первый прибежал на место падения и вытащил из обломков Орвилла и его пассажира. Томас Селфридж погиб, став первой жертвой крушения самолёта, а Орвилл сломал в трёх местах левую ногу и несколько рёбер. Пострадавших пилотов увезли, а потрясённый Чарли остался на месте крушения и зарыдал как ребёнок. Он успокоился лишь тогда, когда доктор заверил его в том, что жизнь Орвилла вне опасности.

Крушение в Вирджинии не помешало наступлению эры авиации с её огромными преимуществами и неперенными опасностями.

Самолёт пришёл – влетел – в нашу жизнь навсегда.

В январе следующего года, после выздоровления, Орвилл вместе с сестрой Кэтрин, которая ухаживала за ним, присоединился к Уилберу. Они вместе отправились в турне по южной Франции и Италии. Уилбер в качестве пассажиров поднимал в воздух журналистов, политиков, женщин и

кинооператоров. При полётах самолёта братьев Райт присутствовали короли Испании, Англии и Италии. Это был триумф талантливых конструкторов, которые так долго были в тени общественного мнения.

По возвращении в Америку братья Райт и их сестра Кэтрин были приглашены в Белый дом, где президент Тафт наградил их.

Летом 1909 года Орвилл закончил демонстрацию самолёта военным, и они купили самолёт за 30 тысяч долларов – огромные по тем временам деньги.

В начале октября Уилбер на глазах миллиона нью-йоркцев совершил получасовой полёт возле Манхэттена, облетев вокруг статуи Свободы.

Стать более знаменитыми было просто невозможно.

Но не везде самолёт вызвал восторг. В 1911 году пилот Ван-дер-Борн прибыл в Китай и совершил удачный демонстрационный полёт. Китайский генерал пожал руку пилоту и выразил ему своё восхищение. Но простые китайцы решили, что в пилота вселился летающий дьявол – и, когда китайский генерал покидал поле, какой-то простодушный фанатик убил его за то, что он коснулся дьявольского аппарата.

Авиатор был вынужден срочно покинуть Китай, опасаясь за свою жизнь. Китайские рабочие отказались разбирать самолёт и укладывать его в ящики, поэтому авиатору пришлось сжечь свою «дьявольскую машину», к великой радости китайцев-фанатиков.

– Какие странные люди! – сказала Галатея.

– Обычные, – кратко откликнулась мать. – В Америке братья Райт разбогатели и создали свою авиакомпанию, но застряли в многолетних патентных спорах с компанией основного конкурента – Гленна Кёртисса. Эти споры серьёзно затормозили развитие американской авиации. В 1917 году патенты у спорщиков были выкуплены решением американского правительства, что позволило всем желающим компаниям беспрепятственно строить новые самолёты.

Уилбер умер в 1912 году от тифа. Орвилл дожил до 1948 года и умер от инфаркта. Они создали школу пилотов, где обучились больше ста пилотов. Один из них стал командующим американскими воздушными силами во время Второй мировой войны.

Орвилл совершил последний полёт в качестве пилота в 1918 году. Но в 1944 году на аэродроме Райтов приземлился новейший четырёхмоторный «Супер Констеллей-шен» фирмы «Локхид», который мог перевозить свыше ста человек со скоростью более шестисот километров в час и имел размах крыльев почти в сорок метров. На этой летающей громадине Орвилл взлетел последний раз в жизни. Он посидел за штурвалом самолёта-гиганта и отметил, что размах его крыльев больше, чем длина всего первого полёта, который он совершил сорок лет назад. Каждый мотор «Супер Констеллейшен» имел 18 цилиндров и мощность свыше трёх тысяч лошадиных сил. Знал ли Орвилл о том, что эти моторы-гиганты были сделаны компанией «Райт Аэронавтикал», выросшей из фирмы, которую когда-то давно организовали братья Райт?

Братья Райт стали национальными героями, в честь них воздвигнуты памятники и созданы музеи.

Создатель первого в истории авиационного двигателя, авиамеханик Чарли Тейлор, пережил обоих братьев Райт и умер, нищий и забытый, в 1956 году в доме престарелых.

А в это время над седой головой Чарли Тейлора летали огромные мощные самолёты, в чьё создание он вложил столько усилий.

Лишь после его смерти в США была учреждена премия имени Чарльза Тейлора, которой награждаются механики с большим стажем работы в авиации. 24 мая, в день рождения Чарли Тейлора, Америка празднует День авиамеханика.

– Обещаю, что каждый раз, выходя из самолёта, я буду смотреть на его двигатели и говорить: «Спасибо, Чарли!» – заявил Андрей.

– И я! – выкрикнула Галатея.

– Сейчас любой человек за несколько часов может преодолеть океаны и континенты, сидя в комфортабельном кресле реактивного лайнера, летящего на высоте десяти километров со скоростью 900 километров в час. Мы должны быть благодарны за это братьям Райт и авиамеханику Тейлору.

Ведь всё начиналось с летающей еловой этажерки с двенадцатисильным мотором, пролетевшей когда-то первые 39 метров...

Примечания для любопытных

Борис Пастернак (1890–1960) – великий писатель и поэт. Лауреат Нобелевской премии по литературе (1958).

Братья Монгольфье – Жозеф-Мишель (1740–1810) и Жак-Этьен (1745–1799) – французы, изобретатели воздушного шара, наполненного горячим воздухом. Первый полёт воздушного шара с людьми совершён в 1783 году.

Джордж Кейли (1773–1857) – английский учёный и изобретатель. Предложил гусеничный трактор, ремни безопасности и самолёт современной конструкции. Основал аэродинамику и сконструировал планер, который совершил в 1853 году полёт с человеком. Говорят, что этим человеком был слуга Кейли, который не смел противоречить хозяину.

Отто Лилиенталь (1848–1896) – немецкий инженер, один из пионеров авиации. Построил одиннадцать планеров и совершил свыше двух тысяч безмоторных полётов. Разбился из-за сильного порыва ветра, опрокинувшего летательный аппарат. Перед смертью сказал: «Жертвы должны быть принесены».

Сэмюэль Лэнгли (1834–1906) – американский астроном и пионер авиации. В 1896 году его неуправляемые (летающие без пилота) самолёты с паровым двигателем совершали полёты до полутора километров. В 1898 году получил 50 тысяч долларов на постройку пилотируемого самолёта, испытания которого в 1903 году окончились неудачей. Именем Лэнгли назван один из центров НАСА.

Октав Шанют (1832–1910) – американский инженер. Родился во Франции. В 1894 году опубликовал книгу «Прогресс летающих машин», в которой собрал все сведения об авиационных экспериментах.

Биплан – самолёт с двумя крыльями, расположенными друг над другом.

Братья Райт – Орвилл (1871–1948) и Уилбер (1867–1912) – признанные американские пионеры авиации, создавшие управляемый самолёт. Первый полёт совершён 17 декабря 1903 года.

Чарли Тейлор (1868–1956) – талантливый механик, создатель первого в мире авиадвигателя для самолёта братьев Райт.

Альберто Сантос-Дюмон (1873–1932) – пионер авиации, родился в Бразилии в семье богатого плантатора, жил во Франции. Зачитывался книгами Жюль Верна. В 1901 году облетел Эйфелеву башню на управляемом воздушном шаре. 23 октября 1906 года совершил первый в Европе публичный полёт на аэроплане собственной конструкции. В 1908 году создал исключительно простой самолёт «Демуазель» – первый самолёт в мире, который стал выпускаться серийно.

Гленн Кёртисс (1878–1930) – американский пионер авиации. Обладатель первой лицензии пилота в США. Начинал как велогонщик и владелец веломагазина. В 1907 году поставил мировой рекорд скорости в 219 км/ч на мотоцикле собственной конструкции и стал торговать мотоциклами. Совершил первый полёт на самолёте в 1908 году. В 1909 году основал авиакомпанию, выпустившую 10 тысяч самолётов за годы Первой мировой войны. В 1929 году компания Кёртисса слилась с фирмой братьев Райт в одну корпорацию, которая существует до сих пор.

Сказка о путешественнике Вегенере, говорящей карте и плавающих каменных плитах

Королева Никки приехала в гости к Дзинтаре и, конечно, вечером была окружена, взята в плен и немедленно капитулировала:

– Хорошо, согласна, будет вам сказка!

Андрей и Галатея немедленно устроились поудобнее – слушать королеву Никки. Истории королевы были обычно посложнее маминых, но кто сказал, что маленькие дети – глупы? Вы это сказали? Сами вы, голубчик, дурак.

Никки так начала свою новую сказку:

– Жил-был мальчик, который любил рассматривать географические карты. Нужно сказать, что

карты континентов и океанов умеют говорить и многое рассказывают внимательному человеку.

Мальчик изучал карты, мечтал о путешествиях и прокладывал пути своих будущих экспедиций по всему миру. Он пробирался по топким экваториальным джунглям, скрывающим опасных пигмеев и хищных зверей; он пересекал на волосатом верблюде великую песчаную пустыню и искал древние развалины диковинных городов, полные великолепных сокровищ и ужасных мумий.

Но особенно привлекали мальчика пространства за Северным полярным кругом, где карта была молчаливо-белой, и неоткрытые берега ещё ждали своих колумбов.

– Я тоже люблю разглядывать карты! – ревниво сказала Галатея.

– И я! – поддержал её Андрей. – И не только земные карты, но ещё и лунные, марсианские и титанические... титанские!

– Дети всех веков похожи, – улыбнулась Никки. – А географические карты говорят со всеми, кто умеет мечтать.

Однажды мальчик в своих мечтах плыл на парусной каравелле от Огненной Земли вдоль восточного берега Южной Америки, слушая ночные крики невидимых и незнакомых животных. «Эге, – удивлённо подумал мальчик, которого звали Альфред, – а ведь если плыть от мыса Доброй Надежды вдоль западного берега Африки, то все повороты берега будут похожи. Только океан будет не по правому борту, а по левому».

– Подожди, не рассказывай дальше! – перебила королеву Галатея, прыгнула с кровати и сняла со своей полки большой атлас. Потом она поудобнее уселась и открыла карту обоих полушарий.

– Теперь дальше рассказывай!

Никки продолжила:

– Мальчик прищурил глаз, рассматривая карту: да, сомнений нет – рисунок берегов Южной Америки и Африки очень похож!



Галатея тоже прищурилась, но Андрей глядел на карту широко раскрытыми глазами.

– Альфред взял старый лопнувший глобус и вырезал из него Африку, Европу и обе Америки. Потом он сдвинул их вместе и убедился, что без Атлантического океана очертания континентов прекрасно подходят друг к другу. Что бы это могло значить? Мальчик долго ломал голову, ничего не придумал, но запомнил этот интересный факт.

– Действительно, западный берег Африки и восточный берег Южной Америки похожи как две капли воды! – авторитетно заявила Галатея, разглядывая атлас.

Никки кивнула и продолжила:

– О многом ещё мечтал мальчик Альфред – и о воздушных полётах, и о звёздах. Когда Альфред Вегенер вырос и поступил в университет, то его любимыми предметами стали физика, химия, математика, астрономия и метеорология.

Вегенер защитил диссертацию по астрономии, но стал воздухоплавателем и метеорологом. Тогда самолётов ещё не было, и Вегенер вёл метеонаблюдения, летая на воздушном шаре. В 1906 году он с братом поставил мировой рекорд длительности полёта: 52 часа в воздухе.

– Двое суток в открытой корзине воздушного шара! – удивился Андрей. – Там же очень холодно спать!

– Вегенер был закалённым человеком. В том же году Альфред осуществил свою мечту о путешествиях и отправился в арктическую экспедицию для изучения северного берега Гренландии. Экспедиция длилась два года и была полна опасностей – руководитель экспедиции и ещё двое учёных погибли в ходе исследования гренландского ледника.

Вернувшись из экспедиции, Вегенер стал профессором Марбургского университета.

Но сидячая жизнь была не по душе Вегенеру. Он обручился с девушкой Эльзой, но отложил свадьбу ради новой гренландской экспедиции.

Вернувшись из второго арктического путешествия, Вегенер потряс научный мир новой теорией. В 1912 году он выступил с концепцией дрейфа материков. По мнению Вегенера, в древности существовал суперконтинент Пангея, который раскололся на современные континенты, включающие Евразию, Африку и обе Америки. Эти осколки стали дрейфовать – или медленно отползать друг от друга. Узкая трещина между Африкой, Европой и Америками разрослась так, что стала Атлантическим океаном. Именно поэтому очертания континентов, разделенных Атлантикой, и их ископаемая флора и фауна – так похожи.

Вегенер не был первым, кто заметил, что Атлантический океан похож на расширившуюся трещину. Фламандский картограф Ортелиус ещё в шестнадцатом веке обратил внимание на сходство береговых очертаний Старого и Нового Света и первым выдвинул предположение о расширении Атлантического океана. В девятнадцатом веке известный немецкий учёный Гумбольдт высказал гипотезу о подвижности континентов, а француз Снيدر-Пелегрини обсудил дрейф материков в книге «Мироздание и его разоблачённые тайны».



Но эти мысли были слишком смелы для своего времени, слишком слабо обоснованы — и в результате забыты.

Но рано или поздно истина восторжествует.

Путешественник Вегенер сложил свои детские впечатления с опытом зрелого учёного и выдвинул революционную концепцию подвижности материков.

Вегенер опубликовал свою теорию в геологическом журнале — и разразилась буря негодования. «Что за бред! — возмущались другие учёные. — Как могут двигаться огромные континенты по твёрдой коре? Какая невероятная сила способна сдвинуть плиту размером в материк? Человек, утверждающий, что каменные дома могут бродить по булыжной мостовой, будет образцом здравомыслия по сравнению с Вегенером!»

— Хи-хи! Бродячие дома! — захихикала Галатея.

— Да, Вегенер не знал ответа о причинах движения континентов. Поэтому его теорию сочли ненаучной и затоптали. Но если какой-то пункт теории непонятен, то это не значит, что теория должна быть отвергнута, над ней просто нужно работать дальше.

Альфред наконец женился на Эльзе, но в начале двадцатого века спокойная жизнь — большая редкость.

Началась Первая мировая война. Вегенер воюет на фронте и получает два ранения.

Когда война закончилась, страсти вокруг теории Вегенера только разгорелись. Критики даже устраивали специальные конференции по опровержению такой глупости, как каменные континенты, плавающие по каменному морю.

Вегенер преподаёт, пишет учебники, а в 1930 году отправляется в свою третью гренландскую экспедицию. Вместе с молодым напарником он должен был пройти четыреста километров на лыжах. Во время тяжёлого перехода по леднику сердце немолодого профессора, заядлого курильщика, не выдержало усталости и холода.

Альфред Вегенер умер среди льда и голых скал Гренландии.

Спутник Вегенера похоронил учёного, отправился дальше в одиночку, но тоже не добрался до базы.

Могила Альфреда Вегенера, отмеченную лыжами, нашли в следующем году. Тело его молодого напарника, занесённое снегом и замороженное в ледник, до сих пор не обнаружено.

Но идеи не умирают вместе с их творцами. Истина никогда не отступает, она только выжидает – пока люди поумнеют.

Хотя теория дрейфа была непопулярной у большинства геологов, некоторые учёные стали собирать доводы в пользу удивительной теории о плавающих каменных плитах.

Американец Баррел выдвинул концепцию твёрдой литосферы и пластичной астеносферы под ней.

– Литосфера – это твердые континенты, это понятно. А что такое пластичная астеносфера? Это жидкая прослойка под континентами? – заинтересовался Андрей.

– Ну... Она не жидкая, но может деформироваться, медленно течь – как глина или как стекло.

– Стекло может течь?! – изумилась Галатея.

– Да, стекло – это очень вязкая жидкость. Астеносфера тоже очень вязкая, но позволяет твёрдым континентам скользить по ней со скоростью несколько сантиметров в год.

Постепенно теория Вегенера завоевывала всё больше сторонников. Англичанин Холмс выпустил книгу, где описал круговорот земной коры: рождение коры посреди океана, её движение подобно ленте транспортёра и погружение в глубины мантии. Модель Холмса решила главную проблему теории Вегенера: теперь не нужно было двигать тяжёлые материки по океанической коре – она сама несла их на спине, скользя по мягкой астеносфере.

В земных породах есть нестабильные, радиоактивные элементы, количество которых уменьшается со временем. С их помощью учёные научились измерять возраст земных пород. Оказалось, что суша Земли очень стара – некоторые горные породы на континентах образовались более четырех миллиардов лет назад, а вот океанская кора, наоборот, – очень молода: дно океана и подводные горы имеют возраст меньше двухсот миллионов лет.

– Какие юные горы! – сказала Галатея. – Прямо несовершеннолетние... – и вздохнула.

– Данные о возрасте дна океанов подтвердили: да, вся земная кора нестабильна и движется! Посмотрите – по дну Атлантики, как раз посередине меж её берегов, расположена огромная подводная гряда, которая называется Срединно-Атлантическим хребтом.

– Вот он! – указала Галатея на физическую карту Атлантики, где разными оттенками голубизны были обозначены изменения морских глубин, и в середине Атлантики змеилась светлая полоса.

– Правильно. Теперь присмотритесь: эта подводная гряда не похожа на обычные хребты на суше. Вдоль центра этого хребта идёт огромная глубокая трещина. Фактически это разрез земной коры, из которого выдавливается и застывает жидкая магма. Именно здесь, в подводном хребте между Африкой и Америкой, рождается океанская кора.

Молодая и тонкая кора расплзается в обе стороны от трещины и постепенно остывает. Твёрдая кора в своём плавании по астеносфере нарастает за счёт присоединения тугоплавких и тяжёлых элементов из магмы – так днище корабля обрастает ракушками в длительном путешествии. Поэтому подводная кора с возрастом толстеет и тяжелеет.

Если плиты сталкиваются друг с другом, то разыгрывается настоящая битва титанов. При столкновении двух океанских плит молодая и лёгкая побеждает и топит ту, которая старше и тяжелее. Континенты при столкновении сминаются оба и порождают горную цепь вроде Гималаев. Океаническая кора при столкновении с континентальной всегда проигрывает и тонет. Например, под Японскими и Курильскими островами тонет Тихоокеанская подводная плита, которая так состарилась, что стала

тяжелее жидкой магмы. Поэтому край плиты погружается в расплавленную магму и тянет за собой остальную часть подводной коры. Фактически на Земле не осталось неподвижных точек – литосфера движется везде.

Андрей спросил:

– Если нет неподвижных точек на земной поверхности, то как понять, что именно Америка движется? Расстояние между ней и Африкой растёт, но, может, это Африка ползёт, а Америка стоит? – спросил Андрей.

– Какой ты умный! – восхищённо-ревниво сказала сестра.

Никки улыбнулась:

– На поверхности Земли неподвижных точек нет, но они есть под поверхностью. В качестве таких точек можно принять медленные фонтаны горячей магмы, которые бьют в толще Земли. Когда горячая магма поднимается вверх, то проплавляет над собой литосферу, и на этом месте возникает вулканическая область – например, вулканы Йеллоустоуна в Северной Америке. Североамериканский континент плывёт по астеносфере – и горячее пятно Йеллоустоуна смещается по нему, потому что оно на самом деле неподвижно. Если вулкан подводный, то излитая им магма или лава застывает и рождает остров. Когда вулкан успокаивается, то новенький остров отплывает вместе с корой. Когда подземный горячий фонтан снова просыпается, то образуется новый остров. Так, например, возникла цепь Гавайских островов. Посмотрите на карту: по расположению цепи островов можно понять – куда движется Тихоокеанская литосферная плита.

Андрей догадался:

– Гавайские острова смещаются относительно подземного фонтана магмы на северо-запад?

– Верно. Кто из вас догадается, где на Гавайях самые активные вулканы?

Андрей снова был первым:

– На крайнем юго-восточном острове!

– Правильно! А в какой части этого острова вулканы активнее всего?

– Ммм... На его юго-восточной окраине?

– Молодец, Андрей! А на юго-восток от этого вулканического острова под водой растёт новый остров, который в своё время станет самым вулканически активным из всех Гавайских островов.

Тут Галатея не выдержала и вступила в разговор над картой:

– А почему Гавайские острова уменьшаются в размере при своём смещении к северо-западу?

– О, ты очень наблюдательна. Как я уже говорила, чем старше океанская кора, тем она становится тяжелее и больше погружается в астеносферу – и тем глубже становится океан в этом месте. Гавайские острова смещаются на северо-запад вместе с корой и вместе с ней тонут, уменьшая свою надводную часть.

– Сколько может рассказать карта! – поразился Андрей.

– Ты сказала, что кора тонет возле Японии и Курил. Это где? – влезла с вопросом Галатея, водя пальцем по карте.

– Посмотрите на знаменитую Марианскую впадину, самое глубокое место в океане, – именно здесь Тихоокеанская плита заползает под Азию. Под континент медленно втягиваются целые подводные горы и хребты.

– Кошмар! – Галатея была потрясена. – Огромная гора попадает под континент, как кочка под каток. Континент – пожиратель подводных гор!

– Да, и при таком обеде земной коре становится не по себе, она перенапрягается, и от этого может случиться землетрясение.

– Значит, землетрясение – это когда одна ползущая плита споткнулась о другую?

– Да.

– А континенты будут плыть всегда или они когда-нибудь остановятся?

– Континенты разъединяются и соединяются. Протоконтинент Пангея, предсказанный Вегенером, раскололся 200 миллионов лет назад. Осколки Пангеи – наши континенты – плывут в разные стороны, но Земля – круглая, поэтому через 300 миллионов лет они соединятся на другой стороне Земли и возникнет следующий суперконтинент – Пангея Ульtima.

– Ой, у меня голова кружится! Континенты такие огромные и каменные, а оказывается, плывут как

корабли.

– Со скоростью нескольких сантиметров в год – медленнее, чем растёт дерево, – вставил слово Андрей.

– Закружилась голова не только у тебя, – усмехнулась Никки. – Теория движущихся континентов совершила революцию в умах людей. Мы стали смотреть на Землю другими глазами и лучше понимать причину землетрясений, вулканических извержений и цунами. За плаванием континентов, предсказанным Альфредом Вегенером, сейчас следят десятки спутников, сотни учёных и тысячи приборов в разных точках Земли.

Андрей сказал задумчиво, глядя на карту, раскрытую на коленях Галатеи:

– Как много могут увидеть мальчики, рассматривающие карту!

– Девочки могут увидеть не меньше! – возразила ему Галатея. – А то и больше!

Никки подумала: «Когда дети смотрят на географическую карту, никто не знает, станут ли они в будущем Колумбами. Но если они не будут мечтать, то наверняка можно сказать, что они ничего в своей жизни не откроют...»

Примечания для любопытных

Альфред Вегенер (1880–1930) – немецкий геолог и метеоролог, выдвинувший в 1912 году теорию дрейфа континентов.

Северный полярный круг – широта 66° 33' 39», севернее которой летом Солнце не заходит (полярный день), а зимой наступает многомесячная полярная ночь.

Гренландия – крупнейший остров Земли. Входит в состав Дании. Почти полностью покрыт ледником.

Абрахам Ортелиус (1527–1598) – фламандский картограф, создавший детальный атлас мира.

Александр Гумбольдт (1769–1859) – немецкий учёный-энциклопедист.

Антонио Снидер-Пелегрини (1802–1885) – французский географ. Опубликовал в 1858 году в Париже книгу с обсуждением дрейфа материков.

Джозеф Баррел (1869–1919) – американский геолог, в 1914 году выдвинул концепцию литосферы и астеносферы. Работал в Йельском университете.

Литосфера – твёрдая внешняя оболочка Земли («литос» по-гречески «камень»). В зоне Срединно-Атлантического хребта её толщина всего 4–5 км, а под континентами она утолщается до 80 км и более.

Астеносфера – пластичный слой под литосферой («астис» по-гречески «слабый»), позволяющий континентам дрейфовать.

Артур Холмс (1890–1965) – шотландский геолог из Эдинбургского университета, предложивший в 1944 году модель возникновения и исчезновения земной коры.

Сказка об авиаторе Сикорском, мечтавшем летать медленно

– Как хочется человеку летать как птица! Смотрит он завистливым взглядом на множество легкокрылых существ вокруг, которые стремительно взмывают вверх, смело падают вниз, парят в восходящих воздушных потоках и даже зависают на месте, быстро трепеща крыльями.

– Да, я тоже хочу так летать! – воскликнула Галатея.

Дзинтара улыбнулась и продолжила чтение книжки:

– Построил человек огромную птицу – самолёт. Машущие металлические или деревянные крылья создать человеку не удалось, всё-таки для взмахивающих крыльев перья подходят лучше всего. Поэтому человек приспособил мотор для толкания самолёта – птицы с неподвижными крыльями – и он полетел!

Самолёт – повелитель пространства, но раб скорости. Воздух обтекает специально изогнутые плоскости крыльев и рождает подъёмную силу, позволяя птице с твёрдыми неподвижными крыльями держаться в воздухе. Как только скорость самолёта падает – самолёт тоже падает.

А раз скорость для полёта нужна – значит, и ровный аэродром самолёту подавай, как для взлёта, так и для посадки.

Воздушные шары только медленно плавают, самолёты – только быстро летают.

Нельзя ли научиться ЛЕТАТЬ МЕДЛЕННО?

Именно такой вопрос стали задавать себе неугомонные люди, как только они научились ЛЕТАТЬ БЫСТРО.

Любям хотелось быть подлинными повелителями воздуха – как угодно менять скорость своего полёта и даже неподвижно висеть в воздухе! Им хотелось взлетать с места и садиться куда хочешь.

– Что такого сложного в вертикальном взлёте? – удивился Андрей. – Направить вверх самолётный двигатель с винтом, и пусть он поднимает человека в воздух прямо с места!



Дзинтара усмехнулась:

– Ещё Леонардо да Винчи рисовал такой вертолёт в своих бумагах. Но не тут-то было: во-первых, двигатель для такого летательного аппарата требовался мощнее, чем для обычного самолёта, – ведь у вертолёта нет крыльев с подъёмной силой. Во-вторых, первые же опыты показали, что полёт такого «двигателя с вертикальным винтом» крайне неустойчив.

– Хм, – сказал Андрей, – я думал, что управлять вертолетом несложно, – наклонил винт в нужную сторону и лети себе!

Принцесса покачала головой:

– Физика часто делает очевидные вещи очень трудными. Винт – это большой волчок, или гироскоп, как говорят инженеры. Если закрутить волчок и попробовать отклонить его в сторону, то он будет самым решительным образом сопротивляться! Если его толкнуть сильнее, то он начнет биться в крупной лихорадке и упадет.

– Мама, подожди! – воскликнула Галатея и быстро вытащила из своего стола большой красный волчок.

Следующие десять минут ушли на эксперименты: дети раскручивали волчок и пытались наклонить его ось, но волчок быстро выворачивался – его ось отклонялась в нужном направлении только в первый момент, а потом смещалась вбок и начинала описывать круги. Потом волчок быстро раскачивался – вплоть до падения.

Дзинтара, глядя на всё время падающий волчок, сказала:

– Такое «упрямство» вращающихся волчков учёные связывают с силой Кориолиса. Если вы попытаетесь пройти от центра вращающейся карусели к её краю, то вас всегда будет клонить в сторону. Это и есть сила Кориолиса, которая заставляет реки, текущие по вращающейся Земле, отклоняться и подмывать один берег сильнее, чем другой. Для вертолётов сила Кориолиса – мачеха, а для велосипедов – мать родная. Сила Кориолиса удерживает велосипед от падения, и она же создаёт трудности вертолётам при повороте винта.

Именно к таким неутешительным выводам о неустойчивости пропеллера-волчка пришёл двадцатилетний киевлянин Игорь Сикорский, сделав и испытав вертолет (или вертолёт) в 1909 году. После чего он переключился на изготовление аэропланов. В 1910 году Сикорский взлетел на самолёте собственной конструкции и вскоре получил свидетельство лётчика.

Это было удивительное время, эпоха технической бури и человеческого натиска. В 1913 году, в возрасте 24-х лет, Игорь Сикорский создаёт первый в мире четырёхмоторный самолёт. «Илья Муромец» конструкции Сикорского поднимал полезный вес больше тонны или 16 человек. Это был первый в мире пассажирский самолёт, оборудованный спальными комнатами, туалетом, отоплением и электрическим освещением.

И такой самолёт был создан всего лишь через десять лет после первого полёта сосновой этажерки братьев Райт!

– Люди целых десять лет летали на самолётах без туалета? – округлила глаза Галатея.

– На первых самолётах часто даже кабины не было! – рассмеялась принцесса. – Создав такой замечательный аэроплан, Сикорский стал национальным героем России. Его самолёт осмотрел император Николай II и, восхищённый, наградил конструктора золотыми часами.

«Илья Муромец» начинает выпускаться серийно. Россия готовится стать пионером и лидером мировых пассажирских авиалиний. Для её огромных пространств самолёт был бы очень удобным средством сообщения. Но началась Первая мировая война, и аэроплан Сикорского стал использоваться не как пассажирский лайнер, а как тяжёлый бомбардировщик. За несколько лет было построено более 80 самолётов «Илья Муромец».

В 1917 году Россия погружается в революцию и перестаёт интересоваться самолётами. Игорь Сикорский уезжает из России – сначала во Францию, потом в Америку и начинает карьеру авиаконструктора заново.

Начинает он её с курятника.

Именно в помещении курятника в 1923 году Игорь Сикорский строит свой первый американский самолёт и начинает историю своей авиационной фирмы.

Русский авиаконструктор создаёт первый в Америке двухмоторный самолёт, который мог перевозить, кроме экипажа, шестнадцать пассажиров. Но в США ещё не было авиакомпаний, которые могли бы заинтересоваться такой крупной машиной, поэтому самолёт был изготовлен и продан в единственном числе.

Вскоре возникла авиакомпания «Пан-Америкэн», которая заказала фирме Сикорского самолёты-амфибии, которые могли садиться и на воду, и на землю. В 1927 году Сикорский создаёт восьмиместную амфибию, пользовавшуюся большим успехом: больше сотни таких машин было быстро раскуплено.

Четыре года спустя Сикорский создаёт гидросамолёт S-40, который мог перевозить 28 пассажиров. Их было построено всего три штуки, но этот самолёт стал прообразом более крупных и вместительных машин. Авиаконструктор Сикорский и знаменитый лётчик Линдберг, обедая в летящем гидросамолёте, на обороте меню набросали эскиз гораздо более совершенной машины – так родился знаменитый S-42, или «Летающий клипер», который мог перевозить через океан 37 пассажиров – рекорд по тем временам. «Летающий клипер» стал легендарным самолётом компании «Пан-Америкэн».

И что вы думаете? Неугомонный Игорь Сикорский не стал почивать на лаврах конструктора трансатлантических самолётов, он решил... начать свою карьеру авиаконструктора заново – уже в третий раз.

Он решил строить вертолёты. Он всё ещё мечтал научиться летать медленно.

К тому времени мировое вертолётостроение достигло немалых успехов. Российский инженер Юрьев изобрёл автомат перекоса, который позволял управлять вертолётom, не давая силе Кориолиса проявлять свой нрав. Автомат перекоса позволял менять угол атаки вертолётного винта (то есть наклон самой лопасти) при его вращении. Винт, совершая один оборот вокруг оси двигателя, мог одновременно плавно менять свой угол атаки: например, если вертолёту нужно было наклониться вперёд, то лётчик давал команду автомату перекоса – и тот увеличивал угол атаки лопасти в тот момент, когда она двигалась возле хвоста вертолётa. Подъёмная сила лопасти в этот момент возрастала и наклоняла машину вперёд. Остроумный автомат Юрьева позволил скомпенсировать силу Кориолиса и сделал вертолёт хорошо управляемой машиной.

– Вот как инженеры обманули силу Кориолиса! – понял Андрей. – А я столько раз видел вращение винта вертолётa и никогда не думал, что этот винт всё время меняет свой угол атаки!

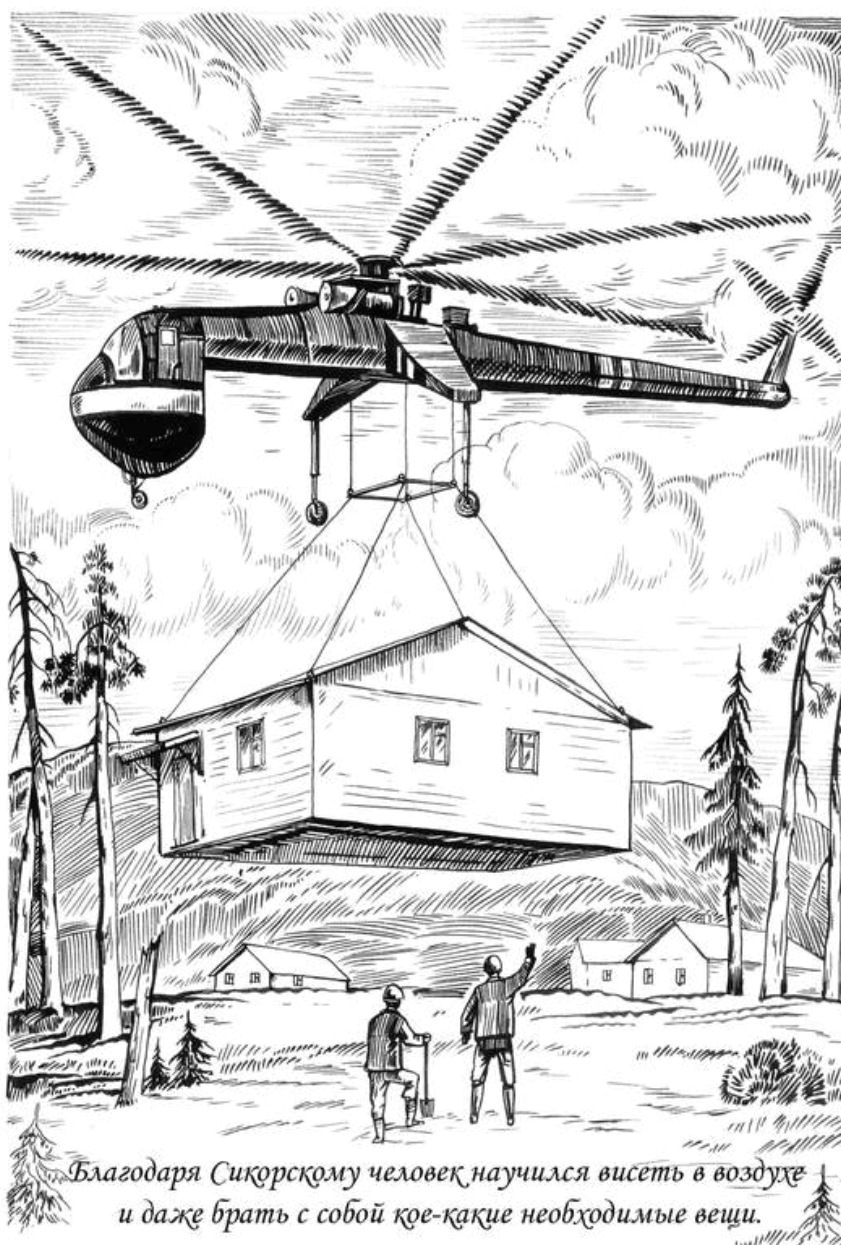
– В 1922 году выходец из России, инженер Ботезат, построил в США первый в мире управляемый вертолёт. Но он был очень громоздким, четырёхвинтовым и взлетал лишь на несколько метров. Военных, финансировавших проект, вертолёт Ботезата не впечатлил, и они решили не усовершенствовать машину, а перевести деньги на создание автожиров (смотри примечание), что было серьёзнейшей ошибкой.

– Они меня спросили бы! – фыркнул Андрей.

Сикорский начинает конструировать вертолёты. Прошло 30 лет с того времени, когда студент Сикорский построил свой первый и неуклюжий геликоптер. Сейчас за дело брался опытный инженер, с многолетним конструкторским опытом за плечами.

В 1939 году взлетает экспериментальный вертолёт Сикорского, который оказался столь удачен, что побил рекорд длительности полёта, налетав более полутора часов. Начался третий и самый впечатляющий этап в карьере авиаконструктора Сикорского.

После двух лет доработки, в январе 1942 года, в воздух поднялся двухместный вертолёт Сикорского, который стал первым вертолётom в мире, выпускаемым серийно. Была построена 131 машина.



*Благодаря Сикорскому человек научился висеть в воздухе
и даже брать с собой кое-какие необходимые вещи.*

Расстояние до M51 – более тридцати миллионов световых лет. Видите спиральные волны, которые нашёл граф Росс? Это волны от спутника Водоворота – маленькой жёлтой галактики NGC 5195. Волны движутся по газовому диску и зажигают множество звёзд.

Сначала галактический водород, попадая в прибой спиральной волны, сжимается в тёмные облака. В этих космических газопылевых инкубаторах в лютот – минус двести по Цельсию – холоде образуются небольшие сгустки материи, сжимающиеся в звёзды. Спиральная волна идёт медленно, и к её середине чёрные облака (ну-ка, попробуйте найти их) успевают превратиться в ярко-розовые области со звёздными младенцами (все их нашли?), а выходят из спиральной волны уже бриллиантовые скопления молодых бело-голубых звёзд (голубые края спиральной волны уж точно все увидят).

Чем ярче звезда, тем короче её жизнь. Большие звезды умирают жарко и на несколько часов могут затмить собой всю галактику.

Зато маленькие звёзды терпеливее и дольше согревают свои планеты, благодаря чему там часто возникает жизнь.

Сейчас в поле вашего зрения сто миллиардов солнц Водоворота и многие миллионы планет с невероятными живыми существами и невообразимо чужими цивилизациями.

Помашите им рукой, пусть они не боятся вас!

Сверхновая звезда – массивная звезда, которая взрывается из-за нестабильности термоядерного горения и нарушения баланса гравитационной силы и давления.

Взрыв сбрасывает внешнюю оболочку, оставляя на месте сверхновой нейтронную звезду или чёрную дыру. Такой сброшенной оболочкой является Крабовидная туманность. Её фото сделано спустя 950 лет после взрыва сверхновой, вспышка от которого была замечена на Земле в 1054 году.

Термоядерный взрыв сверхновой звезды переводит кинетическую энергию разлетающейся оболочки несколько процентов энергии покоя вещества звезды. Туманность расширяется со скоростью 1000 километров в секунду (фото НАСА).

Фото внизу: так выглядит сброшенная оболочка сверхновой звезды Симеиз 147 спустя 40 тысяч лет после взрыва (фото японского астронома Нобухико Микки).

Мы наблюдаем химическую фабрику космоса в действии: термоядерные реакторы звёзд накапливают нужные нам химические вещества – кислород, углерод, кремний, железо и многие другие, – а потом разбрасывают их по космосу, создавая условия для появления планет и жизни на них. Мы видим буквально волны будущей жизни.

Пройдёт пара миллиардов лет – и эти разлетающиеся оболочки звёзд станут водой и деревьями, животными и разумными существами.

Такими, как вы.

Вы ведь разумное существо, читатель?

Более двадцати типов вертолётотв создал Сикорский. Большинство из них выпускались серийно – сначала сотнями машин, а потом – тысячами.

Многие вертолётыв Сикорского настолько совершенны, что, созданные в 50-е и 60-е годы, они выпускались без изменений в течение полувека.

На вертолётыв Сикорского летают геологи и полицейские, спасатели и медики, обычные пассажиры и президенты США.

Игорь Сикорский стал национальным героем – уже не России – Америки.

Его называют «отцом вертолётотв».

Он дал людям возможность летать медленно и быстро, взмывать без разбега и зависать в воздухе, садиться на лесные поляны и на крыши зданий.

Люди обрели власть над воздушной стихией.

Примечания для любопытных

Автожир – летательный аппарат, помесь вертолётыв и самолётыв. Удерживается в воздухе с помощью винта вертолётного типа, а винт самолётного типа придаёт аппарату

горизонтальную скорость. Перед взлётотв разбегается, хотя разбег гораздо короче самолётного.

Леонардо да Винчи (1452–1519) – великий итальянский художник и учёный. Яркий представитель эпохи Возрождения. В его бумагах нашли чертёж геликоптера – и он произвёл на юного Игоря Сикорского большое впечатление.

Игорь Иванович Сикорский (1889–1972) – известнейший авиаконструктор и лётчик, разработчик первых в мире тяжёлых самолётотв (1913), пассажирских гидропланов (1927) и разнообразных вертолётотв (1939).

Гаспар-Гюстав Кориолис (1792–1843) – французский математик, описавший «эффект Кориолиса» – инерционную силу, возникающую при движении под ненулевым углом к оси вращения тела.

Чарльз Линдберг (1902–1974) – знаменитый лётчик, который первым пересёк Атлантический океан. 20 мая 1927 года он стартовал из пригорода Нью-Йорка на одномоторном самолётыв и 21 мая приземлился в Ле-Бурже возле Парижа.

Борис Николаевич Юрьев (1889–1957) – учёный, генерал-лейтенант. В 1911 году изобрёл автомат перекоса вертолётных лопастей, который сделал вертолётыв управляемыми.

Георгий Александрович Ботезат (1882–1940) – авиаконструктор из России, построивший для армии США первый в мире управляемый вертолёт (1922), который совершил около сотни полётотв на высотах до 9 метров.

Сказка о чудесной шерсти зелёного котёнка и докторе Флеминге

– Шотландские вересковые пустоши, может, и хороши летом, когда цветут, но зимой они просто ужасны. Ледяной ветер, разогнавшись по свободному пространству, свистит в ушах, забирается за шиворот, морозит руки...

Фермерский сын Алек идёт в школу ссутулившись, отвернувшись от ветра. Идти нужно целую милю.

В сильные холода мать вручает Алеку и его братьям по две горячие картофелины. Пока ребята идут в школу, печёные картофелины греют им руки и души.

А потом эту картошку можно с аппетитом съесть!

Алек всегда вспоминал с большой симпатией свою шотландскую школу. Наверное, горячие картофелины добавили немало тепла в эту память о детстве.

– Мама, а почему ты не печёшь нам картошку? – вдруг вскинулась Галатея.

– Завтра испеку! – улыбнулась мать и продолжила читать сказку. – Сын фермера Алек вырос и стал медиком и военным капитаном Александром Флемингом. Теперь ему в лицо дул свирепый ветер войны, который нёс запахи пороха, крови и смерти. Шла Первая мировая война. Несколько лет Флеминг лечил раненых солдат на Западном фронте.

Каждый день был кошмаром для военных врачей: солдаты умирали, получив совсем незначительные ранения! От инфекции и гангрены солдаты гибли в госпиталях чаще, чем в окопах. Флеминг убедился, что карболка, которой медики пытались обеззараживать раны, приносила больше вреда, чем пользы: она обжигала живые ткани, уничтожая и вредные микробы, и полезные лейкоциты, которые были естественными защитниками организма. Чтобы сохранить жизнь солдату, часто оставался единственный выход – ампутация раненой руки или ноги.

Война закончилась, и Флеминг вернулся в Лондон.

Военный медик видел так много смертей в своём госпитале, что был полон решимости найти способ спасения раненых от инфекции. В своей лаборатории он выращивал в чашках Петри самую опасную для раненых солдат бактерию – золотистый стафилококк.

Алек искал, искал и искал яд, который способен убить эту бактерию и не навредить человеку. И тогда отравы для микробов станет спасительным лекарством для людей.

– Мама, а почему этот противный микроб так красиво называется – «золотистый»? – спросила Галатея.

– Он действительно золотистый, потому что вырабатывает каротиноиды – вещества, которые придают овощам, например морковке, жёлтую или оранжевую окраску.

Первое открытие Флеминга произошло достаточно случайно. Однажды, когда Флеминг был простужен, он высеял слизь из собственного носа в одну из чашек Петри с бактериями. И вскоре обнаружил, что в местах высевания слизи бактерии вымирают!

– Мама, подожди, – осторожно сказал Андрей. – Слизью из носа ты называешь обыкновенные сопли?

– Ну... в общем-то, да.

– А вот это... случайное высевание... Означает ли это, что Флеминг попросту неловко высморкался, забрызгав свои чашки Петри?

– Сынок, запомни: сопли и случайности – это из жизни обычных людей. Для учёного-биолога сопли – это исключительно интересный концентрат белков и ферментов. Можете морщиться сколько угодно, но что бы делали медики, например, без анализа мочи? Обычный человек сморкается за свою жизнь миллион раз – и без всякой пользы для человечества. Флеминг добавил слизь из своей носоглотки в бактериальную культуру и сумел сделать из этого важные выводы. Он понял, что в соплях есть какое-то вещество, активно убивающее бактерии. Учёный стал искать это вещество и в 1922 году открыл лизоцим – фермент, который энергично разрушает оболочки некоторых видов бактерий. Лизоцим был обнаружен не только в слизи носоглотки, но и в слезах, грудном молоке и слюне. Поэтому слёзы защищают глаза от повреждений, слюна может обеззараживать небольшие царапины, а грудное молоко полезнее детям, чем коровье, где лизоцима гораздо меньше.

– Ладно хоть слёзы и слюни, а не только сопли... – проворчала Галатея.

– Чтобы исследовать лизоцим, Флеминг с коллегами брызгали себе в глаза сжатой лимонной коркой, а потом собирали пипеткой свои обильные слёзы. Позже лизоцим стал использоваться как прекрасное лекарство против некоторых заболеваний, а также как незаменимое средство, предохраняющее продукты от гниения. Например, икру перед упаковкой в банки промывают лизоцимом. Но против самых опасных бацилл – стафилококков – лизоцим оказался бессилён.

И Флеминг продолжил работу. Он был истинным подвижником науки и неистово трудился по шестнадцать часов в сутки. Нужно признать, что его лаборатория не отличалась аккуратностью: если другие исследователи после опыта мыли пробирки, то Флеминг неделями не убирал чашки Петри. Возможно, учёный делал это специально. Когда ищешь окна закономерности в море неопределённости, полезно оставлять открытой форточку для случайности.

В августе 1928 года Флеминг уехал с семьёй в отпуск, оставив на столе чашки с золотистым стафилококком.

Вернувшись из отпуска в начале сентября, учёный обнаружил, что на краю одной чашки, наполненной вкусным для бактерий агаром, распустилась зелёная плесень, пушистая как шерсть котёнка. Флеминг сразу заметил, что мутно-жёлтые капли колоний стафилококка избегают пушистой плесени и опасливо жмутся к самой дальней стороне чашки.

Учёный пришёл в восторг, заглянул под стол – нет ли там заблудившегося зелёного котёнка? – и показал чашку своему ассистенту Мерлину Прайсу. Тот посмотрел и утвердительно кивнул:

– Точно так же вы открыли лизоцим!

Флеминг начал работать с редкой пушистой плесенью, которая называлась по латыни *Penicillium notatum*. Её споры, видимо, были занесены сквозняком из соседней лаборатории, исследовавшей образцы плесени из домов больных-астматиков.

Флемингу удалось выделить из пушистого «гостя» активное вещество, которое уничтожало золотистые стафилококки.

Он назвал это вещество «пенициллин».

Но торжествовать было рано: лекарство содержало много примесей и легко теряло лечебные свойства.



Потребовалось несколько лет, чтобы превратить пенициллин в настоящее лекарство. Учёные Флори и Чейн разработали специальные методы очистки препарата.

В 1939 году началась Вторая мировая война, и в лицо Флемингу снова подул ледяной ветер смерти. В госпиталях снова умирали люди, которых можно было спасти.

Немцы начали бомбить Лондон. Чтобы спасти чудодейственную плесень от гибели, Флеминг и ещё двое учёных из Оксфорда пропитали подкладки своих пиджаков коричневой жидкостью со спорами *Penicillium notatum*. Если хотя бы один из учёных спасётся, решили они, из этой ткани можно будет вырастить новую культуру плесени.

В 1940 году пенициллин впервые вылечил лабораторных мышей.

С 1942 года пенициллин стал использоваться в армейских госпиталях. Раненым перед операцией делали укол нового лекарства, и у большинства солдат раны заживали без осложнений и повышения температуры. Пенициллин казался полевым хирургам настоящим чудом!

Этот антибиотик стал важнейшей победой в войне людей против микробов. Политики и газеты много говорят о войнах между людьми, но от бактерий чумы и вирусов оспы погибло гораздо больше людей, чем от всех войн.

В Средние века из-за инфекционных болезней каждый второй ребёнок не доживал до взрослого возраста. Шла непрерывная война с микроорганизмами, в которой люди несли страшные потери. До двадцатого века на кладбищах половина могил были детскими.



В Первую мировую войну на фронтах погибло десять миллионов солдат, а в это же время в тылу от инфекционных болезней и голода умерло двадцать миллионов обычных людей. Сразу после мировой войны разразилась эпидемия вируса гриппа – так называемой «испанки». В испанском городе Барселоне умирало каждый день двенадцать сотен человек – дети, женщины, мужчины, целые семьи. За двадцать пять недель эпидемии гриппа в мире умерло двадцать пять миллионов человек. За полтора года число жертв «испанки» на планете приблизилось к ста миллионам.

Только учёные, разработавшие прививки и антибиотики, смогли остановить волны невидимой смерти, которые в течение всей истории обрушивались на человечество. В двадцатом веке в войне между микробами и людьми произошёл перелом – люди стали побеждать, и Флеминг, открывший пенициллин, внёс в эту победу важнейший вклад.

Чашку с разросшимся плесневым грибом учёный хранил до конца жизни.

После пенициллина были найдены многие другие антибиотики, которые вырабатываются плесневыми грибами, растениями и даже самими бактериями. Учёные научились кормить плесень так, что она начинала вырабатывать более мощные антибиотики.

Особенно много антибиотиков учёные находят в разных почвах. Дело в том, что в земле живёт множество микроорганизмов и грибов. Они беспрерывно воюют друг с другом, вырабатывая антибиотики – одно из главных оружий микроорганизмов в этой войне. Так война микробов помогает людям. А один антибиотик нашли в бактериях из ран маленькой девочки Маргарет Траци – и назвали это лекарство в её честь – «бацитрацин». Процесс поиска новых препаратов не останавливается ни на минуту. Ведь золотистый стафилококк и другие бактерии не сдаются: они мутируют, превращаются в новые разновидности, которые нередко оказываются неуязвимыми для известных лекарств и вызывают новые вспышки заболеваний.

Александр Флеминг не стал патентовать пенициллин, чтобы сделать его максимально доступным всем людям.

В последние годы жизни первооткрыватель пенициллина был удостоен двадцати пяти почётных степеней, двадцати шести медалей, восемнадцати премий, включая Нобелевскую, тринадцати наград и почётного членства в восьмидесяти девяти академиях наук и научных обществах, а также дворянского звания.

Но это всё ничто по сравнению с той благодарностью, которую испытывают простые люди всего мира к человеку, который своим лекарством спас их детей и родных. Эксперты полагают, что в двадцатом веке пенициллин Флеминга сохранил жизни двухсот миллионов человек!

Трудно найти семью на Земле, которая не была бы лично обязана этому человеку. В испанском городе Барселоне ещё при жизни бактериолога Флеминга была установлена мемориальная доска с его именем.

11 марта 1955 года Александр Флеминг умер от инфаркта миокарда. Его похоронили в соборе Святого Павла в Лондоне – рядом с самыми почитаемыми британцами. В Греции, где бывал учёный, объявили национальный траур.

В день смерти Александра Флеминга к мемориальной доске с его именем все барселонские цветочницы высыпали из своих корзин целые охапки цветов. Эти простые цветы были драгоценнее золотых наград.

Примечания для любопытных

Александр Флеминг (1881–1955) – шотландский медик и биолог, открывший пенициллин. Вместе с Флори и Чейном получил в 1945 году Нобелевскую премию за открытие пенициллина и его целебных свойств.

Говард Флори (1898–1968) – британский биохимик, лауреат Нобелевской премии 1945 года по физиологии и медицине.

Эрнст Борис Чейн (1906–1979) – британский биохимик, лауреат Нобелевской премии (1945).

Чашка Петри – плоская чашка с крышкой, используемая в биологии. Изобретена в 1877 году немецким бактериологом Юлиусом Петри (1852–1921).

Карболка – карболовая кислота, или фенол C_6H_5OH . Слабые растворы фенола используются в медицине как обеззараживающее средство (антисептик).

Лейкоциты – белые кровяные клетки, защищающие организм от вредных микробов и инородных тел. Гной – это скопление погибших лейкоцитов.

Золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*) – шаровидная бактерия, которую часто находят в носу и на коже людей. Порядка 20 % населения Земли являются постоянными носителями этой бактерии. Стафилококк золотистый вызывает кожные угри, а также ряд смертельно опасных заболеваний, включая раневые инфекции. Обнаружен в 1880 году доктором Огстоном в гное из воспалённых ран.

Бактерии – микроорганизмы, обычно одноклеточные, размером около микрона (тысячной доли миллиметра). Открыты Левенгуком в 1676 году. Описано около десяти тысяч видов бактерий, но неоткрытых видов одноклеточных микроорганизмов – в тысячи раз больше. В каждом грамме озёрной воды содержится около миллиона бактерий, в грамме почвы – около сорока миллионов. Против болезнетворных бактерий применяют антибиотики.

Вирусы – микрочастицы, которые способны заражать организм и размножаться в нём. Открыты в конце XIX века и сфотографированы впервые в 1931 году с помощью электронного микроскопа. Вирусы в десятки и сотни раз меньше бактерий и имеют размер, сравнимый с крупной белковой молекулой. Одни учёные полагают, что вирусы – неживые микрочастицы, другие считают их живыми, третьи полагают, что вирус становится живым лишь внутри клетки-хозяина. Вирусы обычно состоят из белковой оболочки, часто похожей на симметричный кристалл, внутри которой содержится одна молекула нуклеиновой кислоты (например, ДНК), хранящая генетическую информацию вируса. Вирусы гораздо более многочисленны, чем бактерии: в грамме морской воды содержится 250 миллионов вирусов. Открыта и изучена лишь ничтожная часть видов вирусов, живущих в воде и земле. Типичное занятие вирусов – уничтожать бактерии и клетки, размножаясь в них до полной гибели хозяина. Антибиотики на вирусы не действуют; против вирусов обычно применяют прививки, которые усиливают защитную реакцию организма на вирусную инфекцию. Вирусы выполняют важную роль в природе, перенося генетическую информацию и способствуя формированию генома различных организмов, включая человека.

Агар, или агар-агар, – желеобразная смесь полисахаридов, получаемая из водорослей. Растительный аналог желатина, применяется для получения мармелада. В конце XIX века, по совету своей жены, которая готовила из агара фруктовое желе, немецкий микробиолог Хессе стал использовать агар для приготовления питательных сред для разведения бактерий. Вирусы так не развести – они сами ничего не едят.

Сказка о химике Белоусове, который придумал жидкий маятник

– Сегодня я расскажу вам историю про виртуоза, – сказала Дзинтара.

– Виртуоза-скрипача? – высказала Галатея логичное предположение.

Мать отрицательно покачала головой:

– Среди музыкантов и композиторов, живущих в мире мелодий, немало виртуозов, которые понимают душу скрипки и саксофона, виолончели и рояля. В слаженных звуках оркестра опытные музыканты слышат гораздо больше обычных людей.

Но виртуозы встречаются не только среди скрипачей и пианистов.

Жил-был человек, который был виртуозом-химиком и с удовольствием жил в загадочном и интереснейшем мире химических реакций. Этот человек понимал душу металлов и кислот,

катализаторов и энзимов. Он знал, как они друг к другу относятся, как враждуют и дружат, как соединяются и расходятся. Он понимал их устремления и способности, красоту и темперамент.

Звали этого человека Борисом Белоусовым. Судьба ему выпала такая, что никакой писатель-фантазёр не смог бы выдумать.

В двенадцать лет он стал революционером, который вместе со своими старшими братьями изготавливал бомбы для рабочих, восставших в 1905 году в России. Братьев Белоусовых арестовали и приговорили к ссылке или эмиграции. Так Борис попал в Швейцарию.

Цюрихскую квартиру братьев Белоусовых посещали многие видные русские революционеры, включая Ульянова-Ленина, с которым Борис Белоусов играл в шахматы.

В Цюрихском университете Борис прослушал полный курс химии и познакомился с Альбертом Эйнштейном. Диплом Белоусов не стал получать, потому что за него нужно было заплатить слишком много денег, а у Бориса денег было не слишком много, а очень даже мало.

Вернувшись в 1914 году из швейцарской ссылки в Россию, Борис Белоусов стал работать вместе со знаменитым химиком, академиком Ипатьевым. Есть химики, которые разрабатывают боевые отравляющие газы, но Борис Белоусов был из тех военных химиков, которые делают не яд, а противоядие: он работал над созданием противогазов и лекарств, спасающих солдат на поле боя.

Многие люди лично знакомы с результатами работы Белоусова. Кому из вас прижигали ссадины «зелёнкой», или бриллиантовой зеленью?

– Мне! – сказал Андрей.

– Так вот промышленный выпуск этого препарата был налажен благодаря работе Белоусова в конце 1930-х годов.

Борис Белоусов много лет преподавал химию в военной академии и получил звание генерала.

– Химики могут быть генералами? – удивилась Галатея. Дзинтара кивнула:

– Во время Второй мировой войны генерал Белоусов работал начальником отдела в научном институте.

Учёные живут среди умных формул и обычных людей. После войны бюрократы оживились, повылезали из тихих щелей и отправились всем жизнь портить. Пришли они и к химику Белоусову и предложили показать его диплом о высшем образовании. Нечего было показывать профессору и генералу Белоусову: не было у него, политэмигранта, в своё время денег, чтобы выкупить заслуженный диплом Цюрихского университета.

Обрадовались бюрократы и заявили, что без диплома Белоусов не может занимать должности выше старшего лаборанта.

Посмотрел брезгливо Белоусов на бюрократов и перешёл на зарплату старшего лаборанта, оставаясь при этом начальником отдела, – других учёных с такой высокой квалификацией в отделе не было, хотя химиков с дипломами – сколько угодно. В конце концов начальству института стало стыдно, и оно добилось письменного разрешения Сталина на возвращение зарплаты учёному.

Деньги Белоусова волновали мало – он слишком был занят своими химическими реакциями.

В ходе многолетних поисков лекарств, которые могут спасти живые клетки от радиации, химик-виртуоз наткнулся на следы терра инкогнита – неоткрытой земли в мире химических реакций.

Дело в том, что многие биологические процессы цикличны: наше сердце ритмично бьётся, а лёгкие равномерно дышат.

– А Галатея любит циклично качать ногой! – сердито сказал Андрей. – Меня это очень раздражает.

– Разве ты не понял, что цикличность естественна? – хихикнула Галатея.

Дзинтара продолжила:

– Полоски на шкуре тигра и жирафа, узоры на крыльях бабочки и на чешуе тропических рыб тоже отражают биологические периодические процессы. В популяциях рысей и зайцев охотники тоже заметили колебания звериного поголовья, а математики даже составили уравнения для периодических изменений числа хищных щук и травоядных карасей.

В основе биологических процессов, среди которых так много периодических, лежат химические превращения, но химии периодических или колебательных реакций не существовало.

В середине двадцатого века поиск периодической химической реакции выглядел как кощунство. Уголь сгорает, а железо ржавеет необратимо, невозможно представить себе химическую реакцию, которая периодически меняет своё направление. Для обычных людей это выглядело как издевательство над законами термодинамики!

– Да, я бы с удовольствием посмотрел на дрова, которые горят циклично! – заявил Андрей. – Сначала из дров получаются угли, потом зола снова превращается в дерево – и оно снова загорается! И топливо подносить не надо.

Дзинтара сощурила глаза в усмешке:

– Между прочим, во время горения дров происходит немало волновых колебаний продуктов реакции. Я сама часто люблюсь периодическими волнами пламени на горящей древесине.

Что невозможно представить обычному человеку, то возможно совершить виртуозу. Белоусов понимал, что в мире химических взаимодействий должна найтись Страна Периодических Реакций, которые и должны стать основой для циклических процессов в клетках живых организмов.

Знания, опыт и интуиция подсказывали человеку-виртуозу – где нужно искать эти периодические реакции.

В 1937 году немецкий химик Кребс открыл цикл окисления лимонной кислоты.

– Которая содержится в лимоне? – уточнила Галатея.

– Да. Открытие важное – не даром за неё Кребс получил Нобелевскую премию. Цикл Кребса – это ключевая реакция, лежащая в основе кислородного дыхания, энергоснабжения и роста клетки.

– А можно поподробнее про этот цикл? – спросил Андрей.

– Нельзя, – покачала головой Дзинтара. – Этот цикл очень непрост и используется организмом в самых разных случаях, например, при уничтожении ядовитых продуктов распада алкоголя. Его изучать надо по учебникам, внимательно отслеживая все химические реакции внутри цикла. Займись этим завтра сам.

Белоусов, конечно, знал сложный цикл Кребса как свои пять пальцев. Химик-виртуоз напряженно размышлял: можно ли получить более простой, в идеале – неорганический – аналог органического цикла Кребса? Это позволило бы сложную биохимию живой клетки проиллюстрировать гораздо более простой химической реакцией, которую легче изучить и понять.

Белоусов перебрал сотни химических веществ, сделал сотни опытов. Он приезжал с работы домой, съедал лёгкий ужин и снова садился за рабочий стол, заваленный научными книгами – на русском, английском, французском и немецком языках.

Что будет, если подействовать на лимонную кислоту раствором бертолетовой соли? А если добавить в раствор ещё и соли церия? Ведь нужен окислитель, но такой, который действует в присутствии катализатора...

– Какой он был умный, этот человек! – восхищённо вздохнула Галатея.

Дзинтара согласилась:

– Прежде чем химик начнёт сливать растворы вместе, он должен проделать немало расчётов, сопоставлений и прикидок. Действовать вслепую – зря терять время. Нужна хорошо обдуманная гипотеза, которую потом можно проверить в пробирке.

Много вариантов реакции исследовал Белоусов – и нашёл всё-таки дорогу в свою терра инкогнита.



Вот маршрут, вернее – рецепт. Если соединить в одной колбе и в нужных пропорциях раствор серной кислоты, бромат натрия, лимонную кислоту, сульфат церия и индикатор фенантролин-железо, то возникнет чудо: раствор начинает менять цвет с голубого до оранжевого и обратно с периодом колебания от долей секунды до десятков минут.

Если вылить этот раствор в плоскую чашку, то по мелкому слою поползут волны разного цвета. После нескольких десятков колебаний нужно подлить свежие растворы, чтобы поддержать химическую реакцию, – совершенно так же, как нужно питать живой организм.

Периодическая реакция, открытая Белоусовым, явилась в каком-то смысле простым аналогом жизни, неравновесной химической пульсацией, похожей на сердцебиение.

В комнату Белоусова, в которой «тикали» жидкие химические часы, или, если угодно, билось химическое сердце, потянулись друзья и сотрудники. Борис Павлович носил колбу даже домой, показал её домашним и своему племяннику.

Потом Белоусов сел писать статью о своём открытии.

Химик Белоусов занимался практическими задачами, печатных трудов и патентов имел много, но в академических журналах не публиковался и с нравами тамошних рецензентов знаком не был. Увы, среди рецензентов научных журналов виртуозы встречаются редко. Это неформальное звание редко кому удаётся заслужить.

В 1951 году статья Белоусова об открытии удивительной реакции ушла в журнал Академии наук. И... быстро вернулась с отказом в публикации. Болван-рецензент завернул статью, категорически утверждая, что такая химическая реакция невозможна!



Обычно немногословный Белоусов с горечью сказал, что нынешние учёные утратили уважение к фактам. Рецензенту оказалась чужда мысль Левенгука: «Следует воздержаться от рассуждений, когда говорит опыт».

Борис Павлович Белоусов взялся за дальнейшее исследование новой реакции. Пять лет он улучшал свою работу, проводил новые измерения и анализы.

А в это время научный мир не стоял на месте.

Английский математик Алан Тьюринг в 1952 году высказал предположение о том, что сочетание химических реакций с процессами диффузии может объяснить целый класс биологических и химических явлений, в частности, периодическое чередование полосок на шкуре тигра. Бельгийский физик Илья Пригожин в 1955 году пришёл к выводу, что в неравновесных термодинамических системах, к которым относятся и все биологические системы, возможны химические колебания.

Ни Тьюринг, ни Пригожин не подозревали, что обсуждаемый ими феномен уже открыт, но статья о нём всё ещё не опубликована.

Наконец Белоусов отправляет в печать новый вариант своей работы – уже в другой журнал.

Но статья снова вернулась с отказом в публикации! Рецензент посчитал, что автор неправильно написал статью, и предложил ему сократить её до пары страниц.

Такой наглости неумных рецензентов Белоусов не выдержал, навсегда прекратил общение с академическими журналами, а статью выбросил в мусор.

– Ну зачем он это сделал! – горестно воскликнула Галатея.

Дзинтара вздохнула:

– Племянник Белоусова, уже ставший студентом-химиком, предлагал дяде принести колбу в редакцию – пусть сами увидят химический маятник в действии!

Генерал Белоусов сердито отказался: «Что я им – клоун?»

Прошло восемь лет после открытия колебательной реакции – по-прежнему о ней никто, кроме сотрудников и друзей Белоусова, не знал. Но... по Москве уже поползли слухи о необычном стакане, в котором бьётся цветное «химическое сердце». Биофизик из Московского университета Симон Шноль, услышав об этой реакции, загорелся и стал искать её открывателя – но безуспешно. У Шноля даже вошло в привычку, выступая на каждом научном семинаре, расспрашивать присутствующих химиков о неизвестном авторе колебательной реакции.

После очередного семинара к Шнолю подошёл студент и сказал, что эту реакцию открыл его двоюродный дед – Борис Павлович Белоусов.

Шноль взял у студента номер телефона Белоусова и позвонил химику. Борис Павлович был сух, от встречи отказался, но рецепт реакции продиктовал.

Симон Шноль рецептуру полностью выдержать не смог, ярких цветов не достиг, но всё-таки получил колебания желтоватого цвета и был восхищён ими. В лабораторию Шноля любопытные сотрудники устроили паломничество, и вскоре весть о чудесной реакции разнеслась по городу.

Шноль был обеспокоен – любая работа над реакцией представлялась ему неэтичной, потому что не было возможности сослаться на печатную работу автора открытия.

Он снова позвонил Белоусову, долго уговаривал его – и вскоре получил сборник трудов по радиационной медицине с кратким описанием колебательной реакции. Составители сборника знали и уважали Белоусова – и сразу опубликовали его краткую заметку.

Трёхстраничная работа 1959 года и стала единственной печатной работой Белоусова об открытой им циклической реакции.

Этот маленький камушек вызвал лавину. Шноль поручил своему аспиранту Анатолию Жаботинскому детально исследовать колебательную реакцию. Вскоре в исследовании химического маятника участвовали уже десятки людей; они публиковали сотни статей, получали кандидатские и докторские степени... Белоусов в этой деятельности не участвовал. Ему было глубоко за семьдесят, и он продолжал работать в своём институте. А потом какой-то бюрократ всё-таки добрался до химика-виртуоза и выгнал его на пенсию – мол, старик «часто болеет».

Без любимой работы Белоусов сразу умер.

Открытая им химическая реакция, ныне знаменитая и носящая имя Белоусова – Жаботинского, оказалась поворотным пунктом в современном мировоззрении, основанном на понятиях самоорганизации, открытых систем, колебательных реакций и структурообразующих неустойчивостей.

Работа Белоусова в малоизвестном сборнике стала одной из самых цитируемых публикаций в мире. Это редчайший случай, когда единственная краткая публикация заслуживала Нобелевской премии. Лишь спустя десять лет после кончины Бориса Павловича Белоусова ему посмертно была присуждена Государственная премия России.

Однако Борис Белоусов получил гораздо большее, чем медаль и денежную награду, – он получил ни с чем не сравнимое наслаждение, открыв в мире химических реакций даже не страну, а целый огромный континент, полный тайн и новых дорог.

Что важнее – открыть Америку или получить за это награду?

Дзинтара сделала паузу, и дети переглянулись.

– Возможно, кто-нибудь и задумается над ответом на этот вопрос, но только не Борис Белоусов, химик-виртуоз и счастливый открыватель колебательной реакции поразительной красоты и важности.

Примечания для любопытных

Катализаторы – вещества, ускоряющие химическую реакцию. Сам катализатор не расходуется в ходе реакции. Прогресс в

обществе тоже зависит от того, есть ли в нём люди-катализаторы, в частности учёные.

Энзимы (ферменты) – белки или другие сложные органические молекулы, которые ускоряют химические реакции в живых организмах.

Борис Павлович Белоусов (1893–1970) – военный химик, в 1951 году открывший колебательную химическую реакцию, известную сейчас как реакция Белоусова – Жаботинского.

Владимир Николаевич Ипатьев (1867–1952) – химик, академик Российской академии наук и профессор университета в Чикаго (США).

Ганс Кребс (1900–1981) – биохимик, открывший цикл Кребса (1937) и получивший за это Нобелевскую премию (1953).

Алан Тьюринг (1912–1954) – английский математик, внёсший важный вклад в информатику и биологию.

Диффузия – процесс переноса молекул газа, жидкости или твёрдого тела из области с высокой концентрацией в область низкой концентрации. Например, молекулы маминых духов диффундируют во все углы комнаты.

Церий – серебристый металл из группы лантанидов, редкоземельных элементов. Из сплава церия с железом делают кремни для зажигалок.

Индикатор фенантролин-железо – вещество, которое изменением цвета показывает колебания валентности церия в растворе. Церий трёхвалентен – индикатор синий; церий четырёхвалентен – индикатор красный.

Валентность – способность атомов химического элемента образовывать определенное число химических связей с атомами других элементов.

Илья Романович Пригожин (1917–2003) – физик и химик, основатель современной неравновесной термодинамики, лауреат Нобелевской премии (1977), виконт Бельгии.

Симон Эльевич Шноль (род. в 1930) – биофизик, профессор МГУ.

Анатолий Маркович Жаботинский (1938–2008) – биофизик. Детально исследовал химическую реакцию, открытую Белоусовым (ныне – реакция Белоусова – Жаботинского).

Сказка об агрономе Борлоуге, спасшем миллиард людей от смерти

Дзинтара спросила детей:

– Вы видели, как ветер качает спелые тяжёлые колосья, и светлые волны бегут по пшеничному полю?

– Да, это очень красиво! – ответила Галатея.

– Верно, эта картина вдохновляет многих поэтов и художников. Но она же внушает тревогу знающему агроному.

«Дайте мне точку опоры – и я сдвину Землю!» – сказал Архимед, открывший правило рычага. Ветер налетает на пшеничный стебель, увенчанный тяжёлым колосом, и гнёт его к земле. Ветер ничего не знает про правило рычага, но всю им пользуется. Чем длиннее стебель, тем сильнее воздействие ветра на корень и нижнюю часть стебля. Дождь уменьшает прочность стебля – и если в это время поднимается сильный ветер, то пшеничный стебель наклоняется к земле, ломается у основания и роняет увесистый колос в грязь. Крестьяне говорят – пшеница полегла.

Пшеничное поле, на котором колосья полегли, не даст и половины от обещанного природой урожая.

А недобор урожая вызывает голод, болезнь и смерть ослабевших от недоедания людей.

Нет врага у человечества беспощаднее, чем голод.

Организм человека может самостоятельно преодолеть даже смертельную болезнь, но голод непобедим — отсутствие достаточного питания убивает даже самых сильных людей. Лекарство от голода хорошо известно, но вырастить или добыть это лекарство совсем непросто.

Экономист Мальтус математически доказал, что быстрорастущее человечество обязательно столкнётся с нехваткой продуктов, и начнётся всемирный голод.

В двадцатом веке это зловещее предсказание стало сбываться. В 1940 году президент Мексики понял, что его стране угрожает голод: население быстро росло, а поля давали слишком мало урожая. Зерно приходилось покупать за рубежом, и деньги в казне быстро иссякали.

Президент Мексики обратился за помощью в благотворительный Фонд Рокфеллера, который профинансировал экспедицию учёных-агрономов в Мексику.

Одним из участников экспедиции был тридцатилетний генетик Норман Борлоуг.

Норман понимал рост и жизнь пшеницы исключительно глубоко, потому что он был не только учёным, специалистом по заболеваниям растений, но и сыном фермера, который с семи до восемнадцати лет работал на отцовской ферме. Будучи небогатым студентом, Норман подрабатывал ещё и лесником. В 1930-х годах в Америке наступила Великая депрессия, и Норман видел много безработных, которым было не на что купить еды. Юноша навсегда запомнил лица людей, страдающих от недоедания.



И вот он на переднем крае борьбы с голодом. Как поднять урожайность пшеничных полей? Норман смотрел на красивые волны, которые знойный ветер гнал по полям Мексики, и сокрушённо думал о том, как трудно опровергнуть математические теории Мальтуса о нехватке еды — ведь площадь полей не растёт, а уменьшается, а число людей на Земле стремительно увеличивается.

Но сдаваться было нельзя — и Норман размышляет о получении новых сортов пшеницы, которые решили бы проблему урожайности в Мексике. Нужны сорта, которые не болеют и обладают мощным колосом... Но тяжёлый колос будет ломать стебель! Это барьер для урожайности, который виднейшие специалисты считают непреодолимым: чем урожайнее пшеница, тем сильнее она подвержена полеганию. Это замкнутый круг — и никто из агрономов ещё не нашёл из него выхода.

Норман думает о проблеме днём и ночью. И даже во сне перед ним раскачиваются длинные пшеничные стебли с тяжёлыми колосьями. Закон выживания царит в природе. Каждое растение тянет стебель к свету, старается вырасти подлиннее, обогнать соседей.

Но чем длиннее «архимедов рычаг», тем проще ветру сломать стебель пшеницы – поэтому в первую очередь ветер валит самые высокие растения.

Норман, проезжая по мексиканским деревушкам, видит костлявых ребятишек с огромными чёрными глазами на исхудавших лицах.

Что же делать с длинной пшеницей? Что посоветует по этому поводу Архимед? Хм, если действие ветра усиливается при удлинении рычага, то верно и обратное: чем короче рычаг, тем слабее действие ветра. Так, может, заставить растения изменить своему природному обычаю тянуться к солнцу и сделать их стебли покороче? Тогда ветру и дождю будет сложнее уложить стебель на землю.

Как сократить стебель мексиканской пшеницы? Например, скрестить её с низкорастущей японской пшеницей. Попробовать поймать ген карликовости растения и заставить его создать короткий и прочный стебель для пшеницы.

Но для выведения нового сорта пшеницы требуется много лет.

Чтобы ускорить процесс селекции, Борлоуг решил выращивать по два урожая в год. Идея получить ранним летом зерно и немедленно высеять его в другой климатической зоне для второго – осеннего – урожая так противоречила общепринятой агрономической практике, что руководитель экспедиции запретил это делать. Но недаром Борлоуг был университетским чемпионом по борьбе. Он упёрся и поставил условие: если ему не дадут свободы действия, то он немедленно уходит в отставку.

И свобода действий была упрямому Борлоугу дана!

Двенадцать лет провёл Норман Борлоуг в Мексике. Идея сокращения длины стебля пшеницы оказалась гениальной: карликовые сорта пшеницы, полученные Борлоугом, не только оказались устойчивыми к полеганию, но и очень урожайными: они не тратили питательные вещества на рост лишнего стебля, направляя их в колос.

Благодаря работе Борлоуга и других агрономов, урожайность мексиканской пшеницы выросла настолько, что Мексика перестала закупать продовольствие за рубежом, а вскоре принялась сама торговать зерном.

Но за океаном, в Индии и Пакистане, война против голода продолжалась: люди сотнями тысяч умирали от недоедания.

Борлоуг едет в Пакистан, потом в Индию. Он организует переправку в эти страны десятков тысяч тонн семян новых сортов пшеницы. Его миссия наталкивается на сопротивление бюрократии и местных религиозных лидеров, на неграмотные действия персонала, отвечающего за сохранность драгоценных семян.

Война между Индией и Пакистаном ещё больше осложнила работу Борлоуга. Агрономы сеяли новые сорта пшеницы под вспышки от артиллерийских обстрелов.

Благодаря титаническим усилиям Борлоуга и его коллег, урожайность пшеницы в Индии, Пакистане и Турции стремительно увеличилась, обогнав рост населения и опровергнув прогноз Мальтуса! За пять лет – с 1965 по 1970 год – Пакистан и Индия **удвоили** производство пшеницы и вышли на уровень продовольственного самообеспечения.

Борлоуг возглавил Международную программу по улучшению пшеницы. Опытом Борлоуга воспользовались другие учёные, которые стали выводить карликовые высокоурожайные сорта риса и других злаков.

Норман Борлоуг был нетерпелив и в каждой стране ставил перед собой задачу удвоения урожая пшеницы за год. Новые сорта отправляются в Южную Америку, на Ближний Восток, в Африку...

Специалисты охарактеризовали стремительный рост урожайности зерновых в эти годы как «Зелёную революцию». В 1970 году Норман Борлоуг получает Нобелевскую премию с характеристикой «За вклад в решение продовольственной проблемы и особенно за осуществление Зелёной революции». При представлении нового лауреата было сказано: «Никто другой из его поколения не сделал столько для того, чтобы дать хлеб голодному миру...»

В своей нобелевской лекции Борлоуг сказал: «Если вы стремитесь к миру – насаждайте справедливость, но в то же время возделывайте поля, чтобы получать больше хлеба, иначе не будет и мира».

По оценкам экспертов, работа агронома Борлоуга спасла от голодной смерти **МИЛЛИАРД** землян.

Но у каждого времени свои герои. Прошло несколько десятков лет, проблема голода отступила на второй план общественного внимания. Жители богатых стран давно забыли о голоде и страдают лишь от ожирения, а люди в бедных странах мало читают и редко знают, кого они должны благодарить за урожайность своих полей.

Когда 12 сентября 2009 года великий учёный Норман Борлоуг умер, то это событие было едва замечено газетами, заполненными ежедневной спортивной, криминальной и светской чепухой.



Андрей дослушал сказку и спросил:

— Мама, а что будет дальше? Ведь урожайность полей невозможно поднимать неограниченно. Значит, Мальтус всё равно победит?

— Во-первых, рост населения Земли давно перестал быть экспоненциальным (смотри примечание), чего не учитывал Мальтус. Во-вторых, ресурсы урожайности вовсе не исчерпаны. Генетики, перестраивая геном растения, могут даже вывести сорта пшеницы, которые вообще не будут нуждаться в удобрениях — они, как бобы, будут сами создавать их, извлекая азот из воздуха. Учёные работают также над выведением ветвистых и многолетних пшениц. Ведь обычную траву никто ежегодно не сеет — она растёт каждую весну из старого корня. Представьте поле, которое не нужно пахать и засеивать и которое не страдает от ветровой и дождевой эрозии почвы. Фермеру останется только убрать осенью созревший урожай. Многолетняя пшеница требует гораздо меньше воды и питательных веществ, и ею можно засеивать засушливые и неплодородные пустоши, которые раньше считались непригодными для выращивания хлеба.

– А когда последние пустыри будут засеяны, что тогда?

– Тогда можно будет наладить производство продуктов питания, например, из соломы или древесины. Ведь если солому пропарить, то её клетчатка распадается на сахар и другие питательные вещества. Бурёнки очень любят такую солому. Для производства еды из несъедобной органики нужно много энергии, но эту проблему можно решить с помощью термоядерных и солнечных электростанций. Еду можно создавать даже из воздуха и воды. Люди могут совершать чудеса, если только не будут мешать друг другу. И будут помнить своих настоящих героев.

Галатея вступила в разговор:

– Мама, я тоже хочу стать агрономом!

– Если очень захочешь – то станешь. А сейчас тебе нужно поспать. Агроном должен быть не только умным, но и физически крепким человеком. Выращивая необычные сорта пшеницы, часто приходится таскать обычные мешки с зерном.

Галатея сонно пробормотала:

– Мы вместе с Андреем станем агрономами – и он будет таскать мои мешки.

– Ну, по крайней мере, в уме тебе не откажешь! – тихо рассмеялась мать.

Примечания для любопытных

Томас Мальтус (1766–1843) – демограф и экономист, автор теории, согласно которой неконтролируемый рост народонаселения должен привести к голоду на Земле.

Норман Борлоуг (1914–2009) – американский биолог, сыгравший ключевую роль в

выведении высокоурожайных сортов карликовой пшеницы. Лауреат Нобелевской премии (1970).

Великая депрессия – кризис мировой экономики в 1930-х годах. В 1933 году безработица в США достигала 25 %.

Экспоненциальный рост – рост величины по экспоненте – быстрорастущей математической функции, которая каждый заданный период времени умножает величину на коэффициент $e = 2,718$. Попробуйте составить табличку и рассчитать экспоненциальный рост количества жителей планеты X Центавра за тысячу лет, если начальная численность центаврийцев составляла всего миллион, и каждые сто лет население X Центавра увеличивалось в 2,718 раз. Результат всего лишь десяти умножений будет удивительный!

Геном – совокупность всех генов организма, полный набор его генетической информации.

Эрозия почвы – разрушение плодородного слоя из-за ветра и воды, которые уносят частицы почвы. Особенно страдают от ветровой и водной эрозии вспаханные поля. Почвы, заросшие многолетними травами, устойчивы к эрозии.

Сказка о русском лингвисте Кнорозове, расшифровавшем письменность индейцев майя

Сегодня сказку детям читала Никки, которая часто гостила у Дзинтары – и всегда должна была рассказать или прочесть им интересную историю. Её это не затрудняло – историй у неё было в запасе – не перечесть.

– Жил-был на свете молодой человек по имени Юрий Кнорозов.

Был он специалистом по древним культурам и языкам, а жил прямо в музее, в маленькой комнатке, заполненной книгами до самого потолка.

Вокруг тихого музея, который по-старинному звали Кунсткамерой, остывала раскалённая середина двадцатого века. Кнорозов разбирал музейные экспонаты, пострадавшие от недавней страшной войны, а в свободное время изучал странные рисунки древних индейцев майя.

Дело в том, что Юрий прочитал работу авторитетного немецкого исследователя Пауля Шелльхаса, в отчаянии заявившего, что письменность индейцев майя, которые создали в экваториальных джунглях Америки поразительную тысячелетнюю цивилизацию, навсегда останется нерасшифрованной.

Юрий не согласился с немецким авторитетом. Была у него со школьных времён такая привычка – не соглашаться с авторитетами.

Молодой учёный воспринял проблему расшифровки письменности майя как личный вызов: каждая загадка должна иметь отгадку!

Конечно, капитулировать перед секретом индейских иероглифов нельзя, но как разгадать смысл этих странных округлых рисунков майя?

Судьба улыбнулась молодому человеку. В один прекрасный день Юрий нашёл среди старых книг, уцелевших от огня войны, два редчайших тома: «Кодексы майя», изданные в Гватемале, и «Сообщение о делах в Юкатане» Диего де Ланды.

История этих книг уходила корнями в далёкое и драматичное прошлое.

В 1492 году Христофор Колумб открыл Америку – новый континент, богатый землёй, диковинами и золотом. В Новый Свет хлынули испанские конкистадоры. Огромные государства инков и ацтеков рухнули под ударами дерзких пришельцев, закованных в металлические латы и сидящих на удивительных животных, которые назывались лошадьми. Ружья испанцев, которые рождали гром и убивали на расстоянии, казались индейцам оружием богов. Вместе с солдатами в Америку прибыли католические монахи – обращать новые языческие народы в христианскую веру. Эти священники стали фактическими правителями новых земель.

На полуостров Юкатан, населённый индейцами майя – интеллектуалами доколумбовой американской цивилизации, испанцы высадились в 1517 году, но, в отличие от инков и ацтеков, индейцы майя упорно сопротивлялись завоевателям. Лишь тридцать лет спустя испанцы овладели Юкатаном, но сражения с непокорными майя в дальних провинциях продолжались почти двести лет.

В 1549 году на Юкатан прибыл монах-францисканец Диего де Ланда. Он рьяно взялся искоренять язычество и ересь среди индейцев. Монах был возмущён человеческими жертвоприношениями, которые совершали индейские жрецы, и решительно насаждал среди майя христианскую религию, – используя пытки и костры инквизиции.

Цивилизация майя существовала тысячи лет, индейцы имели свою письменность и целые библиотеки рукописных бумажных книг, называемых кодексами. Кодексы не имели переплёта и складывались длинной гармошкой.

Уровень астрономии майя во многом опережал европейскую науку шестнадцатого века: в частности, майя установили, что период синодического обращения Венеры вокруг Солнца составляет не 584, а 583,92 дня, – именно это значение приводится в современных справочниках.

– Вот какие наблюдательные индейцы! – восхитилась Галатея.

Никки продолжила:

– Монах Диего де Ланда писал про индейцев майя: «Эти люди употребляли также определённые знаки или буквы, которыми они записывали в своих книгах свои древние дела и свои науки. По ним, по фигурам и некоторым знакам в фигурах, они узнавали свои дела, сообщали их и обучали. Мы нашли у них большое количество книг с этими буквами, и, так как в них не было ничего, в чем не имелось бы суеверия и лжи демона, мы их все сожгли; это их удивительно огорчило и причинило им страдание».

– Они сожгли книги?! – не поверил Андрей в такое кощунство монахов.

Никки коротко кивнула:

– Епископ Диего де Ланда, сжигая книги майя, которые рассказывали не только об истории и астрономии, но и об языческих богах, поступал в согласии с варварскими обычаями средневековой церкви. В «Кормчей книге», русском сборнике церковных законов тринадцатого века, сказано: «Если кто будет еретическое писание у себя держать и волхованию его веровать, со всеми еретиками да будет проклят, а книги те на голове его сжечь». Испанский кардинал Хименес велел сжечь 280 тысяч томов из библиотеки Кордовы, собранной арабами. Архиепископ Мехико дон Хуан де Сумаррага складывал костры из рукописных книг ацтеков. Книги, которые противоречили Святому Писанию, церковная инквизиция и цензура уничтожали полторы тысячи лет, вплоть до двадцатого века.

– Людей, которые жгут книги, надо судить! – сердито сказала Галатея.

Никки усмехнулась:

– История сама наказывает сжигателей книг. Века инквизиции закончились утратой влияния ранее всемогущей церкви. Политические режимы двадцатого века, практиковавшие сожжение неудобных им книг, тоже все рухнули.

– Неужели ни одной книги майя не сохранилось? – спросил Андрей.

– Сегодня в мире осталось всего три рукописных кодекса майя. Эти бесценные реликвии хранятся в мадридской, дрезденской и парижской библиотеках.

Индейцы прятали свои кодексы в гробницах и пещерах, но там их губил влажный экваториальный климат. Слипшиеся в известковые комки древние кодексы из индейских гробниц ещё ждут своих исследователей. Технологии будущего должны помочь раскрыть и прочесть сросшиеся воедино хрупкие страницы. Эти непрочитанные книги смогут многое рассказать о древней и интереснейшей культуре индейцев.

– Пожалуй, этим я сама займусь... – задумчиво пробормотала Галатея.

– Даже Диего де Ланду поразила цивилизация майя. Он решил вести записи о нравах и обычаях майя, и даже попробовал с помощью грамотных индейцев установить соответствие между испанским алфавитом и иероглифами майя, которые он принимал за буквы индейского алфавита.

Книга, написанная епископом Ландой, и кодексы майя, избежавшие сожжения на кострах, разведённых по его же воле, вызвали ожесточённые споры среди лингвистов. Епископ Ланда привёл в своей книге три десятка иероглифов майя в качестве букв алфавита, но исследователи вскоре поняли, что епископ всё напутал: индейских иероглифов было слишком много, поэтому они не могли быть буквами алфавита. Хотя индейцев майя к двадцатому веку уцелело немало, среди них не осталось ни одного человека, который бы знал древнюю письменность и мог бы помочь учёным.

– Целый народ стал неграмотным?! – воскликнул Андрей.

– Нет, просто майя стали в письме использовать латинский алфавит и забыли свои иероглифы.

Главным специалистом в мире по расшифровке древней письменности майя считался Эрик Томпсон – американский учёный британского происхождения. Этот известный специалист по индейцам много сделал для раскрытия тайн цивилизации майя. Даже в свадебное путешествие Томпсон с женой отправились в джунгли Центральной Америки, верхом на мулах, выбрав маршрут так, чтобы попутно исследовать развалины древнего города майя.

Томпсон отвергал мысль о том, что иероглифы майя являются буквами или словами, которые можно произносить. Он считал их символами, картинками, которые выражают идеи, а не слова или звуки. Например, красный светофор – символ, который не связан со звуком. Подобно иероглифу майя, его нельзя произнести, но он сообщает идею, что идти через дорогу нельзя.

Символическая теория Томпсона превращала расшифровку иероглифов майя в практически невыполнимое дело – попробуй-ка догадаться, какой символический смысл вложили индейцы в каждый из многих сотен своих рисунков! Томпсон с большим пренебрежением относился к книге епископа Ланды: «Знаки, которые приводит де Ланда, – недоразумение, путаница, глупости... Можно растолковывать отдельные рисунки. Но вообще письменность майя никто и никогда не сможет прочитать!...»

Теория Томпсона была неправильной и мешала расшифровке иероглифов майя. Плохо было и то, что сам Томпсон, будучи мировым авторитетом, не терпел в майянистике инакомыслящих. Выступит какой-нибудь лингвист против его теории – и вскоре оказывается безработным или вообще – пожарником.

Но Юрий Кнорозов был независимым (вернее, независимым от мнения Томпсона) исследователем. Его не устраивала американская символическая теория, и он несколько лет ломал голову над тайной рисунков майя.

...Зимняя ночь танцевала в остывшем городе. Ветер с Невы крутил белые вихри, бросал пригоршни ледяной крупы в стёкла маленькой комнаты в музейном здании. В комнате потрескивала алая спираль электрического камина. Юрий засыпал, переутомлённый дневной работой и размышлениями, и ему снился берег Карибского моря. Пряные запахи джунглей, негромкий шум прибоя по мягкому песку – и непривычные звуки речи. Индейцы сидят у костров, что-то рассказывают друг другу, смеются. Юрий напряженно вслушивается в их речь, пытается различить знакомые слова, – и никак не может. Как ему хотелось попасть в страну майя и побродить среди развалин индейских храмов! Ему казалось, что сама древняя земля индейцев подарит ему всё время ускользающий ключ к расшифровке индейских иероглифов. Но мечта о поездке в Центральную Америку из советского Ленинграда была в те времена несбыточной. Молодому учёному приходилось пользоваться тем, что было в его распоряжении.

Юрий внимательно изучил книгу Ланды. Неужели она ошибочна и бесполезна для расшифровки письменности майя? Монах старательно записывал факты, почему он так напутал с алфавитом майя?

Юрий понимал, что монах был ограниченным человеком и вряд ли имел представление о других видах письменности. Поэтому де Ланда попробовал сопоставить иероглифы майя с хорошо знакомым латинским алфавитом. Сам он языка майя не знал и привлёк в помощники одного из индейцев.

Молодой исследователь закрывает глаза и представляет...

...Жаркое солнце проникает в комнату. Под окном растёт дерево с крупными белыми цветами. На ветках сидят птицы, и их звучные крики вмешиваются в разговор двух людей: одного – смуглого и полуголого, другого – бледного, в тёмной глухой одежде.

– Вот испанский алфавит... – И епископ произнёс вслух названия первых букв латинского алфавита. – Теперь напиши мне знаки вашего языка, соответствующие этим буквам!

Индеец майя, который сидит за столом и угрюмо слушает монаха, образован и принадлежит к элите индейского общества. Он тайно ненавидит пришельцев, которые беспощадно уничтожают независимость, культуру и книги его народа. Индеец понимает, что епископ требует невыполнимого – у майя нет трёх десятков букв, из которых можно составлять слова, как это делают европейцы. «Невозможно объяснить этому невежественному чужаку законы нашего языка...» – подумал индеец.

Усмехнувшись, он выполнил требование монаха на свой лад. Индеец вслушался в звучание латинских букв и записал тот иероглиф майя, который звучит при чтении примерно так же, как звуки, вылетающие изо рта монаха. Ведь при назывании каждая буква алфавита превращается в слог: буква К называется «ка», а буква Л звучит как «эль». Вот индеец и привёл иероглифы наиболее близкие к звучанию этих слогов.

– Хорошо! – похвалил епископ своего помощника, который мысленно потешался над глупым монахом. – Теперь напиши какую-нибудь фразу по своему усмотрению.

Индеец вывел: «Я не хочу».

Мы никогда не узнаем, что имел в виду индеец майя, – нежелание выполнить требование епископа, или эти слова просто выражали усталость и желание бросить утомительные занятия с Ландой...

Юрий словно очнулся от сна.

Он понял, что индеец передал иероглифами ЗВУЧАНИЕ названия латинских букв! Тем самым он послал Юрию сообщение через века – вот так произносятся некоторые иероглифы майя. Звуки речи, или фонетика, – вот ключ к разгадке письменности майя, и он хитро скрыт в книге недалёкого варвара Ланды. Тем самым книга Ланды хоть частично восполняла тот урон, который неистовый монах-францисканец нанёс мировой культуре, сжигая бесценные книги великой древней цивилизации.

Юрий Кнорозов опубликовал статью, где предложил новый принцип расшифровки иероглифов майя. Молодой учёный в своей статье обосновал мысль, что иероглифы майя можно читать вслух. Каждый из них соответствует не идее или букве, а отдельному слову или слогу. Из этих слогов можно составить множество слов, обозначающих оленя, собаку, дом или имя друга. Эти слова можно произнести, можно спеть, выкрикнуть или шепнуть. Звучание этих слов можно сопоставить с тем языком, на котором говорят современные майя.

Помогло расшифровке и то, что Юрий нашёл в кодексах майя изображение собаки и индюка, подписанные иероглифами. Там, где нарисована собака, были написаны два иероглифа **tsu-lu**, рядом с индюком были выведены иероглифы: **ku-tsu**. Один из иероглифов был одинаковым в обоих словах, он соответствовал половине слова.

– Передней половине «собаки» и задней половине «индюка»? – улыбнулся Андрей.

– Верно. Теория русского лингвиста вызвала бурю негодования у Томпсона. Работа Юрия Кнорозова обесценивала труд всей жизни американского исследователя – каталог с полным собранием иероглифов майя и их интерпретацией как символических рисунков.

Между двумя учёными – Кнорозовым и Томпсоном разгорелась ожесточённая полемика на страницах научных журналов. За ней пристально следили другие исследователи, ломавшие голову над индейскими иероглифами, которые были найдены не только в бумажных кодексах, но и на каменных руинах сотен городов майя в джунглях Юкатана.



Томпсон спорил не только с Кнорозовым – в среде американских исследователей он, будучи авторитетом номер один, тоже старательно выпалывал ростки инакомыслия.

Но истина уже тысячи раз доказывала, что её остановить невозможно. Она доказала это и сейчас.

Кнорозов подготовил кандидатскую диссертацию о расшифровке письменности майя. Работа была настолько впечатляюще, что защита диссертации длилась несколько минут, а молодому учёному сразу присвоили звание не кандидата, а доктора наук.

Его теория давала способ прочтения любых текстов майя, превращала расшифровку индейской письменности в реальность.

Постепенно американские этнографы и лингвисты, включая известную исследовательницу индейских городов Татьяну Проскурякову, признали справедливость трактовки Кнорозова. С помощью метода русского учёного были прочитаны иероглифы, найденные на каменных стенах древнего индейского города Паленке. Эти надписи оказались жизнеописанием правителей майя.

К Юрию Валентиновичу Кнорозову пришло мировое признание.

В России он получил Государственную премию.

Президент Гватемалы пригласил его посетить земли древних индейцев и вручил ему Большую золотую медаль, а президент Мексики наградил русского учёного серебряным орденом Ацтекского Орла – высшей наградой для иностранцев.

Но важнее всего было то, что мечта Кнорозова сбылась – он увидел своими глазами страну древних майя. Он сидел на берегу тёплого моря под шелестящими пальмами, смотрел на южные звёзды и был счастлив!

Томпсон, не соглашавшийся с теорией Кнорозова, написал коллегам ядовитое письмо, в котором торжественно предрёк, что к 2000 году его символическая трактовка иероглифов майя полностью победит фонетическую теорию Кнорозова. Это письмо было опубликовано в 2000 году, после смерти Томпсона и Кнорозова, но к этому времени уже все учёные мира признали правоту русского лингвиста, который вернул язык онемевшей цивилизации майя – грандиозной и уникальной. Благодаря труду Кнорозова, мы узнали имена реальных людей майя, живших тысячелетия назад, – художников и скульпторов, императоров и жрецов.

– Никки, но ведь жрецы майя приносили людей в жертву своим богам. Зачем нам знать про этих ужасных типов? – спросила Галатея.

– О каждом народе надо судить не по худшим представителям, а по лучшим. Большинство древних индейцев майя, как и мы, влюблялись и защищали родные города от врагов, выращивали урожай и воспитывали детей, разгадывали тайны неба и создавали книги. Они заслужили своё право остаться в истории мира. И помог им в этом молодой человек, живший тысячелетие спустя в тихой музейной комнатке посреди раскалённой сердцевины двадцатого века.

Примечания для любопытных

Юрий Валентинович Кнорозов (1922–1999) – лингвист и историк, расшифровавший письменность майя. Основатель российской школы майянистики.

Индейцы майя – жители Центральной Америки. Цивилизация майя зародилась четыре тысячи лет назад и достигла значительных высот в архитектуре, астрономии и литературе.

Инки – индейцы Южной Америки. Обширная Инкская империя (её расцвет приходится на XV–XVI века) располагалась на западном берегу Южной Америки и насчитывала 20 миллионов подданных. В 1572 году государство инков было уничтожено испанскими конкистадорами.

Ацтеки – народ Центральной Америки, численностью в 1,5 миллиона. Они образовали мощную Ацтекскую империю, достигшую расцвета в XV веке. Называли себя «мешика» – откуда произошло современное «мексиканец». На месте древней столицы ацтеков Теночтитлана сейчас располагается Мехико – столица Мексики.

Пауль Шелльхас (1859–1945) – известный немецкий исследователь цивилизации майя.

Христофор Колумб (1451–1506) – испанский мореплаватель (родился на острове Корсика), который считается официальным открывателем Америки. В 1492 году Колумб на корабле «Санта-Мария» во главе экспедиции в сто человек переплыл Атлантический океан и открыл новый материк.

Синодический период обращения Венеры – период между сближениями Венеры и Солнца. Сидерический период обращения – это период между прохождением Венеры по какому-нибудь созвездию.

Диего де Ланда (1524–1579) – второй епископ Юкатана, сжигавший книги и идолов майя. Автор рукописной книги «Сообщение о делах в Юкатане» (1566), которая содержит много важных сведений о цивилизации майя. Французский историк Брассер де Бурбур в 1862 году обнаружил в архивах Мадрида рукопись книги де Ланда и опубликовал её.

Церковная цензура – контроль церкви за книгоизданием в Европе и России. В 1764 году церковная цензура закрыла организованный М. В. Ломоносовым популярный журнал, где публиковались статьи по астрономии, «вере святой противные и с честными нравами несогласные». Вплоть до начала XX века в России запрещались и сжигались сочинения Руссо, Вольтера, Дидро, Гольбаха, Фонтенеля, Гельвеция, Гоббса, Фейербаха, а также труды И. М. Сеченова, Ч. Дарвина и Э. Геккеля, которые утверждали родство животных и человека. Книга Гетчинсона о происхождении Земли была запрещена, потому что противоречила церковному учению о Сотворении мира, тем самым «подрывала основы религии». Церковь запретила даже книгу Ж. Верна «Путешествие к центру Земли», найдя в ней антирелигиозные идеи. Современные католическая и православная церкви осудили книги Дж. Роулинг: «Гарри Поттер может приучить детей к общению со злом, к увлечению магией, скрытностью и бесовщиной». В 2007 году в Москве «богопротивная» книга о Гарри Поттере была публично сожжена толпой верующих.

Эрик Томпсон (1898–1975) – известный англо-американский исследователь индейских цивилизаций Центральной Америки, глава американской школы майянистики.

Татьяна Проскурякова (1909–1985) – американский археолог, исследователь культуры майя. Родилась в России, в Томске. Специально приезжала в Россию, чтобы встретиться с Кнорозовым.

Сказка об охоте на таинственных грабителей, орудующих ледяными кинжалами

– Сегодня время интересной сказки о воде, обыкновенной и... загадочной, – так начала свою традиционную вечернюю историю принцесса Дзинтара, которая была не только принцессой, но и учёным-биологом.

– Что в воде может быть интересного? – насмешливо спросила младшая Галатея. – Вода – она и есть вода: мокрая и пить можно.

– Вода – одно из самых таинственных веществ на Земле, – возразила Дзинтара. – Например, при какой температуре она замерзает?

– При нуле градусов! – выкрикнул старший Андрей. – Так учитель говорил.

– Учитель прав и неправ одновременно, – кивнула принцесса. – На самом деле, если поставить воду в холодильник, то она может остаться жидкой и при нескольких градусах ниже нуля. Такая переохлаждённая вода нестабильна и мгновенно превращается в лёд при лёгком встряхивании. А если взять очень чистую, дистиллированную воду, то она может остаться жидкой даже при морозе в минус двадцать градусов, а то и ниже.

– Оказывается, воду не так-то просто заморозить? – удивился Андрей. – А в учебнике написано – ноль градусов!

– Лучше называть ноль градусов не точкой замерзания воды, а точкой плавления льда, – ответила Дзинтара. – Мелкие капельки дистиллированной воды в облаках замерзают ещё хуже, они остаются жидкими даже при минус тридцати. Такие облака очень опасны для самолётов и вертолётчиков: переохлаждённые капли разбиваются о винт и крылья и мгновенно превращаются в прочный лёд, а обледенение самолёта может привести к крушению. Зимой нередко случается дождь из капелек переохлаждённой воды, вызывающий обледенение проводов и веток деревьев.

– Я видела такие деревья-сосульки! – заявила Галатея.

– Это мы говорили о чистой воде. Ещё труднее замораживается вода, в которую добавлены соль или спирт. В листьях растений много воды, но она не замерзает даже при очень низких температурах, поэтому почки красиво цветущих азалий выдерживают холода до минус пятнадцати, а древесина вязов может охлаждаться даже до минус сорока пяти градусов.

Но иногда растения проявляют загадочную слабость к холоду. Ботаник Лукас обнаружил, что лимоны могут замерзать даже при слабом морозе в минус полтора градуса.

– Ну и что? – спросил Андрей. – Одни растения морозоустойчивые, другие – нет. Что тут загадочного?

– Загадок тут много. Агроном Хоппе доказал, что нестойкость кукурузы к лёгким заморозкам может передаваться от растения к растению – как инфекция! Очень неожиданный результат – ведь инфекционные болезни переносятся только живыми микроорганизмами! Услышав об открытии загадочной инфекции, биологи вооружились тем чем смог и устремились на охоту за неизвестным микробом, который поражает растения болезнью «хладобоязни».

Студент-биолог Линдоу из Висконсинского университета охотился очень методично: он делал многочисленные растворы из листьев и травы, обрызгивал ими кукурузу и проверял её на морозоустойчивость в специальной холодильной камере. Полтора года экспериментов ни к чему не привели: поймать невидимый микроб не удавалось. Но Линдоу, несмотря на молодость, проявил себя настоящим учёным – он, совмещая учёбу и эксперименты, ел быстро, спал мало и проводил всё новые и новые серии тестов.



Однажды зимой друзья вытащили Линдоу из лаборатории – покататься в выходные дни на лыжах. Студент отправился на прогулку с неохотой, прервав очередной эксперимент на середине. Вернувшись в лабораторию в понедельник, Стивен разразился ругательствами в адрес своих беспечных друзей: экстракт из листьев, который он приготовил, но ещё не испытал, стал за несколько дней мутным и явно испортился.

Линдоу всё-таки довёл тест до конца и поразился: половина листьев кукурузы, обработанной «испорченным» мутным экстрактом, оказалась повреждена самым незначительным заморозком. Неуловимая бактерия за несколько дней размножилась в экстракте из листьев и выдала себя с головой!

– Вот как полезно отдыхать! – весело сказала Галатея.

– Линдоу быстро проанализировал мутный раствор и опознал коварного врага. Им оказалась бактерия *Pseudomonas syringae* – псевдомонас сириггае. Это была важная победа – противник обнаружен! Но как этот микроб ухитряется понизить сопротивляемость растения морозам? Это оставалось загадкой.

Исследователи отметили ещё одну интересную особенность: чашки с культурой различных бактерий хранились в холодильнике. Как-то он забарахлил и остудил образцы чуть ниже нуля. Все растворы оказались жидкими, за исключением чашек с культурой пойманной бактерии, которая замёрзла. Почему? Загадки не кончались...

А в двух тысячах километров от кукурузных полей Висконсина метеорологи Вайомингского университета занимались совсем другой тайной, которая парила высоко над землёй.

Атмосферные физики изучали проблему града, который внезапно вываливается из облаков посреди жаркого лета. Действительно, почему капли воды одного облака остаются жидкими даже при минус тридцати, а вода в другом облаке превращается в град при почти нулевой температуре?

Специалисты знали, что вода замерзает при появлении в ней центров кристаллизации, в качестве которых могут выступать, например, частицы пыли. Может, на выпадение града влияют извержения вулканов, выбрасывающих в атмосферу много пыли? Метеоролог Габор Вали исследовал замерзание воды, добавляя к ней вулканический пепел и другие порошки. Но эти исследования к разгадке летнего града не приводили: вода с примесью минеральных порошков замерзала неохотно, и быстрое превращение облака пара в ледяные шарики оставалось непонятным.

Однажды задумчивый учёный пошёл погулять со своим ребёнком и на детской площадке увидел снег, перемешанный с грязью и травой. Очевидно, что здесь пробежало стадо бодрых слонов на сотне неутомимых ног.

Метеоролог оставался учёным даже на прогулке: он набрал грязного снега с детской площадки, растопил его и проанализировал в своей лаборатории.

У этой мутной воды оказалась самая высокая температура замерзания!

Габор Вали быстро убедился, что легче всего вода замерзает при добавлении в неё обычной почвы, содержащей органические вещества. Но какие именно?

Эстафету охоты на таинственное органическое вещество, которое вызывает опасный град, перехватил учёный Рассел Шнель из университета Вайоминга. Он добавлял в замерзающую воду различные почвы, растёртые свежие и сухие листья тополя и ольхи – и измерял, измерял... Удивительно, но в его исследования тоже вмешался случай. Однажды в пятницу Рассел спешил на вечеринку и не успел проверить на замораживаемость один из образцов – воду с измельчённой травой. Экспериментатор оставил образец в пластиковом мешке. Несколько дней спустя он увидел, что вода в нём сильно помутнела.

Шнель протестировал жижу – температура её замерзания оказалась всего минус полтора градуса!

Рассел понял, что за замерзание отвечает какой-то живой микроорганизм, и обратился за помощью к профессору Марте Кристенсен. Вместе со своими студентами она выделила из мутного раствора шестьдесят пять видов грибов и сто видов бактерий. Учёные разделили эти микроорганизмы и исследовали их порознь. Два года исследований увенчались успехом: за быстрое замерзание воды сполна ответила всё та же бактерия *Pseudomonas syringae*.

– Два года?! – воскликнул Андрей. – Молодой биолог нашёл этого микроба быстрее. Почему он не сказал об этом своим коллегам?

– В те времена не было электронной почты, Интернета и роботов-поисковиков. Письма на бумаге отправляли медленной почтой, исследования печатались в разных бумажных журналах, причём ботаники обычно читали одни журналы, а метеорологи – совсем другие. Но, хоть и с опозданием, биологи и физики узнали, что одна и та же бактерия отвечает за биологический эффект вымерзания земных растений и за физический эффект образования небесных градин.

– Мама, как много людей ловили одну бактерию! – поразила Галатея.

– На самом деле исследователей было ещё больше. Я просто не всех упомянула. Современная наука редко делается в одиночку – учёные обычно работают коллективно, помогая друг другу. Но загадки на

этом не кончились. Оставалось ответить на вопрос: как обнаруженная бактерия ухитрилась командовать образованием льда?

Исследователи установили, что её оболочка покрыта особым белком. Но лишь спустя двадцать лет после «поимки» *Pseudomonas syringae* русский биофизик Каява и американский биолог Линдоу выяснили, как данный микроб получает власть над градом и растениями.

Оказалось, что бактерия «обманывает» воду! Белковая оболочка бактерии имитирует структуру льда, жульнически «прикидываясь» поверхностью ледяного кристалла. Обманутые молекулы охлажденной воды пристраиваются к «фальшивому льду», и на шкуре бактерии вырастает настоящий и острый ледяной кристалл, похожий на кинжал.



Ледяной «кинжал» оказался очень полезным оружием для бактерий. Они добывают себе пищу, опустошая питательные кладовые растений, – выедают внутренности клеток. Но переходить из клетки в

клетку бактериям трудно – растительные клетки отделяются одна от другой твёрдыми стенками. Именно они отвечают за прочность листа и самой древесины. Поэтому бактерия *Pseudomonas syringae* выращивает ледяной рог и легко протыкает им жёсткие оболочки клеток, добавляя себе и своему потомству питательного жизненного пространства. Листья кукурузы, разрезаемые изнутри миллионами острых кинжалов «ледяных бактерий», быстро чернеют и гниют. Засохшие листья осыпаются, и бактерии смешиваются с почвой.

Сильный ветер поднимает пыль с бактериями в облака.

Лёд послушно образуется на оболочке бактерий даже в тучах, но резать в облаках некого, и ледяной кристалл просто вырастает в кусок льда и падает на землю. Так возникает град, который возвращает бактерии на землю и заодно повреждает растения, делая их ещё более беззащитными перед микробами, умеющими выращивать ледяные ножи.

Так и живут эти микроскопические повелители льда, радуясь своему полезному таланту.

– Грабители! – осуждающе сказал Андрей.

– Учёные, узнав коварную бактерию в лицо, не медлили – генетики стали выводить микробов, которые вытесняют бактерий – носителей ледяного оружия, но сами не опасны для растений. А химики сумели синтезировать вещество, которое действует аналогично белку на оболочке *Pseudomonas syringae*. Метеорологи используют это вещество для управления осадками и предотвращения крупного града.

Постепенно учёные стали понимать, насколько важную роль играют бактерии *Pseudomonas syringae* в погоде и природе нашего мира. Фактически они командуют не только градом, но и обычными снегопадами: их находят даже в снеге, выпадающем в Антарктиде. Микроскопические «властители льда» настолько эффективно кристаллизуют воду, что раствор с белком этих бактерий стали добавлять в снеговые пушки, создающие покрытие горнолыжных трасс.

Вот с какой пользой поохотились учёные на таинственного микроба, замораживающего воду. Интересно, что эта бактерия выполняет и полезную функцию – благодаря ей упавшие осенние листья быстрее гниют и возвращают накопленные питательные вещества в почву.

– Какие хитрые микробы, – сказал сонным голосом Андрей. – Даже колючки на себе научились выращивать.

– Мы, люди, ещё хитрее! – возразила Галатея.

Дзинтара улыбнулась, поправила одеяло Галатеи и подушку Андрея.

– Спокойной ночи, люди. Отдыхайте, ведь утром вас ждёт – и ждёт с нетерпением! – новый интересный день.

Примечания для любопытных

Дистиллированная вода – очень чистая вода, полученная испарением и последующей конденсацией водяного пара.

Джон Лукас – биолог, сотрудник Калифорнийского университета.

Стивен Линдоу – биохимик и бактериолог, профессор Калифорнийского университета, академик Национальной академии наук США.

Габор Вале – исследователь атмосферных процессов, профессор Вайомингского университета.

Пауль Хоппе (1896–1972) – американский агроном, специалист по кукурузе.

Рассел Шнелль – американский исследователь атмосферы, сотрудник Национального агентства по исследованиям океана и атмосферы (NOAA). Родился в Канаде.

Марта Кристенсен – профессор кафедры ботаники Вай-омингского университета.

Андрей Каява – русский биофизик, сотрудник Национального центра научных исследований Франции.

Сказка о Б²ФХ, доказавших, что мы – инопланетяне

– Тут какая-то ошибка, – сказала Галатея, указывая на название сказки. – Как можно доказать, что мы – инопланетяне, если мы – земляне!

Никки, которой сегодня выпала очередь рассказывать очередную историю, усмехнулась и сказала:

– Ну что ж, давайте разберёмся в доказательстве Б²ФХ. Но сначала нужно вспомнить кое-что из химии. Человек по весу на 15 % состоит из водорода, а на 85 % – из кислорода, углерода, азота, серы, фосфора, кальция, железа и атомов других элементов. Для постройки человеческого тела природа использовала более десятка химических элементов; в почве, воде, растительности и животных их можно найти около сотни. Эти атомы можно собрать, потрогать и проанализировать. А вот какой химический состав имеют звёзды, до которых невозможно дотронуться? Можно ли его узнать?

– Как можно узнать состав чего-то, до чего даже нельзя дотронуться? – удивилась Галатея.

– До девятнадцатого века учёные считали, что задача определения химического состава звёзд является неразрешимой проблемой. Но в 1814 году физик Фраунгофер разложил солнечный свет в детальный спектр и обнаружил в нём тёмные линии – признаки наличия в атмосфере Солнца таких известных химических элементов, как водород, кальций, натрий и железо. Позже учёные нашли на Солнце даже новый, неизвестный на Земле элемент, который назвали гелием в честь греческого бога Солнца Гелиоса.

К началу двадцатого века учёные считали, что Солнце, хотя и гораздо горячее Земли, но имеет похожий химический состав – то есть представляет собой раскалённый камень.

Так полагал и Генри Рассел, крупнейший астроном и знаток эволюции звёзд, один из открывателей знаменитой диаграммы Герцшпрунга – Рассела, которая показывает как меняется яркость звёзд, когда они старятся.

В 1925 году к Расселу пришла молодая девушка Сесилия Пейн-Гапошкина, которая по солнечному спектру сумела рассчитать содержание различных элементов в нашем светиле. Она вежливо сообщила знаменитому астроному, что по её вычислениям получается, что химсоставы Земли и Солнца действительно похожи, но за одним исключением: на Солнце водорода в миллион раз больше, чем других элементов.

Если перевести эту мысль с вежливого языка на правдивый, то получится, что все теории Рассела и других астрономов насчёт Солнца – сущая ерунда. На самом деле Солнце – это не раскалённый камень, а горячий газовый шар из водорода с небольшой примесью других элементов.

Знаменитый профессор ответил юной Сесилии что-то вроде: «Вы спятили, дорогая!» – и велел выбросить эту водородную глупость из её диссертации.

– Неужели Рассел проверил расчеты Сесилии и нашёл ошибку? – спросила сердито Галатея.

– Нет. Просто знаменитые люди полагают, что они и без всяких расчетов знают истину. Истине приходится частенько их наказывать за это самомнение! Так случилось и с Расселом: спустя несколько лет он был вынужден публично признать, что юная Сесилия права: звёзды состоят в основном из водорода.

Астрофизик Эддингтон высказал предположение, что в звёздах водород превращается в гелий. То есть звёзды – это термоядерные реакторы, осуществляющие синтез водорода в гелий.

Стало понятно, что основным строительным элементом Вселенной является водород, который собрался в звёзды, термоядерно «загорелся» в них и стал превращаться в гелий.

Ганс Бете первый детально исследовал протон-протонную термоядерную реакцию в звёздах, в ходе которой получается гелий, а также предложил, параллельно с Карлом Вайцеккером, азотно-углеродный цикл термоядерного превращения водорода в гелий.

– Откуда же на водородно-гелиевом Солнце появилась примесь элементов тяжелее гелия? Например, откуда взялись химические элементы, из которых состоит человек? – спросил внимательно слушавший Андрей.

– Какой ты молодец! – Никки уважительно посмотрела на Андрея. – Ты задал очень хорошие, точные вопросы.

Но ответов на твои вопросы долго не могли найти. Физик Георгий Гамов полагал, что все химические элементы, включая тяжёлые, возникли в момент зарождения Вселенной, во время Большого взрыва.

Астроном Фред Хойл высказался против теории Гамова и в 1946 году предположил, что тяжёлые элементы образовались гораздо позже – внутри водородных звёзд. Он считал, что в звёздах может быть достигнута такая температура, при которой будет «гореть» даже гелий – и три ядра гелия смогут соединиться в одно ядро углерода! Такую гипотезу высказывал и физик Ганс Бете, но обосновать её удалось лишь Хойлу с соавторами, которыми стали астроном-наблюдатель Маргарет Бербидж, её муж астроном-теоретик Джеффри Бербидж и физик-ядерщик Уильям Фаулер. В 1957 году они вместе с Хойлом опубликовали знаменитую статью «Синтез элементов в звёздах», которую по инициалам авторов (и с учетом очевидной формулы $B \times B = B^2$) стали обозначать и упоминать как статью **Б²ФХ**.

Б²ФХ показали, что в массивных звёздах не только гелий превращается в углерод и кислород, но и углерод может термоядерно «гореть» и превращаться в неон, натрий и магний. С ростом температуры центра звёзды с обычных десяти – двадцати миллионов градусов (примерно такую температуру имеет середина нашего Солнца) до трёх миллиардов начинают «гореть» всё более тяжёлые химические элементы – и каждый такой процесс добавляет звезде энергии. При «горении» кремния возникают самые прочные атомные ядра – ядра железа. Они уже не могут «гореть», и в звезде начинает накапливаться железная сердцевина.

Давление внутри звезды достигает такой величины, что один кубический сантиметр звёздного железа начинает весить целую тонну. И в какой-то момент ядра железа не выдерживают и начинают крошиться: снова распадаться на ядра гелия. Этот обратный процесс идёт с затратой энергии, но ведь энергии у звезды накопилось очень много. Железное сердце звезды теряет прочность и рушится внутрь светила под действием самогравитации. От обрушения железной звёздной сердцевины высвобождается огромное

количество не термоядерной, а гравитационной энергии – и звезда, после падения сама в себя, немедленно взрывается!

С гигантским ускорением – **в десятки тысяч раз больше**, чем развивают при старте космические корабли землян, – звезда сбрасывает верхнюю оболочку, одновременно сжимая свою раскалённую железную сердцевину в нейтронную звезду или чёрную дыру.

При взрыве светимость звезды вырастает настолько, что на земном небе зажигается новая звезда – а вернее, сверхновая, как называют астрономы такие взрывающиеся светила. В нашей Галактике каждые несколько десятилетий вспыхивает такая сверхновая, и она настолько ярче обычных звёзд, что может быть видна даже днём!

В момент взрыва сверхновой в ядра железа «вбиваются» дополнительные элементарные частицы: так образуются ядра тяжелее железа – вольфрам, золото, уран и другие.

Сброшенная оболочка звезды движется в космосе со скоростью в тысячи километров в секунду. Она наталкивается на водородные облака, которые ещё не успели стать звёздами, и рассеивает в них тяжёлые химические элементы – от углерода до урана. Одновременно ударная волна звёздного взрыва сжимает холодное водородное облако – и оно начинает сжиматься, разогреваясь и рождая юную звезду. В результате такого космического оплодотворения и рождения у умирающих светил появляются дети.

– Дети у звёзд?! – не поверила своим ушам Галатей.



– Да. Звёзды-родители сжигают свой водород и взрываются, становясь причиной рождения звёзд нового поколения. Звёзды-дети получают в наследство накопленный родительский углерод, кислород, кремний и железо и становятся способны к рождению твёрдых планет и биологической жизни.

Наше Солнце – тоже звезда-ребёнок, звезда второго поколения. В Солнце слишком мало массы, чтобы в нём когда-нибудь образовались собственные кислород и металлы. Но они уже попали в Солнечную систему в качестве подарка от массивных родительских звёзд.

– Постой, – Андрей уже давно ёрзал и хотел прервать рассказ. – Ты хочешь сказать, что всё вокруг нас и мы сами – состоим из такого... звёздного материала?

– Совершенно верно. За исключением водорода и гелия, остальные химические элементы, образовавшие и планеты, и наши тела, прилетели из других звёздных систем.

Астрономы и космохимики тщательно изучили состав наших тел и пришли к выводу, что мы – дети не одной звезды, а как минимум трёх. То есть три звезды взорвались и добросили до нас так нужные нашему телу химические элементы.

Галатея удивлённо ущипнула себя за ладонь.

– Звёзды – изумительные и полезные машины, они не только синтезируют нужные нам химические элементы, но и сами доставляют их к нам. А потом звёзды второго поколения обогревают ту жизнь, которая закопошилась на поверхности твёрдых планет.

– Это трудно представить, – Андрей задумчиво рассматривал свою руку и тёмно-синие жилки на сгибе локтя, – оказывается, железо в моей крови родилось на далёкой звезде и с помощью взрыва совершило долгое межзвёздное путешествие. В наших жилах течёт, в буквальном смысле, инозвёздная кровь...

– Да, атомы углерода и кислорода в ваших мышцах, атомы кальция в костях и частицы железа, делающие вашу кровь красной, древнее не только пирамид, но и самого Солнца! Они десятки тысяч лет летели к нам из других частей нашей Галактики.

В ваших жилах буквально смешалась история многих звёздных систем: около 85 % массы человеческого тела состоит из вещества с других звёзд.

Это и означает, что мы с вами практически полностью инопланетяне! И дышим мы звёздным кислородом.

Галатея и Андрей переглянулись и торжественно пожали друг другу руки.

– Спустя четверть века Фаулер за свои работы в области звёздного нуклеосинтеза получил Нобелевскую премию по физике.

Андрей нахмурился:

– А почему Хойл и Бербиджи не получили эту премию? Ведь Хойл первый придумал теорию про термоядерное создание углерода.

– Ну... Хойл был необычным человеком. Он был не только учёным, но и писал фантастические романы. Кроме того, он был противником всеми признанной теории Большого взрыва. Именно Хойл придумал это название, чтобы посмеяться над этой теорией, а шутка взяла и прижилась – и новая космологическая

теория вошла в историю под таким названием. Очевидно, что именно независимая позиция Хойла помешала ему стать нобелевским лауреатом.



– И Сесилия не получила Нобелевскую премию, а ведь она сделала такое важное открытие и утёрла нос мужчинам-астрономам! – рассердилась Галатея.

– Да, это тоже несправедливо, – согласилась с ней королева. – Наука очень долго считалась мужским занятием, непосильным для женщин, слишком глупых для высшего образования. До двадцатого века женщины, закончившие университет, были редкостью. Это сильно уменьшало шансы женщин стать учёными и получать заслуженные награды наравне с мужчинами.

– Я никогда не буду таким дураком-мужиной, чтобы считать женщин глупыми! – вспыхнул Андрей. – Наша мама самая умная на свете!

– Поняла, почему про человека говорят – у него горячая кровь! – вдруг заявила Галатея. – Ведь железо в нашей крови было когда-то раскалённой сердцевинной звезды. Ведь правда, не зря так говорят?

– Ну конечно, не зря, – и королева почему-то вздохнула.

Андрей спросил:

– А мы полетим к другим звёздам? Ведь там наша космическая родина.

Никки уверенно кивнула:

– Конечно, полетим!

Примечания для любопытных

Йозеф Фраунгофер (1787–1826) – немецкий физик, оптик. Открыватель спектральных линий поглощения в Солнце («фраунгоферовы линии»).

Диаграмма Герцшпрунга – Рассела – диаграмма, показывающая зависимость светимости звезды от её температуры. Известные звёзды распределены в пространстве «светимость – температура» неравномерно и образуют хорошо различимые области звёзд главной последовательности, белых карликов и гигантов.

Генри Рассел (1877–1957) – американский астроном, директор обсерватории Принстонского университета с 1912 по 1947 год. Автор двухтомного учебника по астрономии.

Эйнар Герцшпрунг (1873–1967) – датский астроном, родился в Копенгагене. Долгое время был директором Лейденской обсерватории в Нидерландах (с 1937 по 1946 год).

Сесилия Пейн-Гапошкина (1900–1979) – англо-американский астроном. Первая установила преимущественно водородный состав Солнца (1925 год). Одна из первых женщин-профессоров астрономии в мире. Опубликовала пять книг о звёздах.

Артур Стэнли Эддингтон (1882–1944) – выдающийся английский астрофизик. Директор Кембриджской обсерватории с 1914 года. Знаток и популяризатор теории относительности Эйнштейна. В 1920-х годах выдвинул теорию о термоядерном источнике светимости звёзд.

Термоядерная реакция – ядерная реакция синтеза лёгких атомных ядер (легче ядер железа) в более тяжёлые. Протекает с выделением большого количества энергии.

Ганс Бете (1906–2005) – американский физик, лауреат Нобелевской премии (1967). В 1938 году открыл протон-протонную термоядерную реакцию, а также предложил, независимо от Вайцеккера, азотно-углеродный цикл термоядерного превращения водорода в гелий, в котором углерод, кислород и азот выступают как катализаторы.

Карл фон Вайцеккер (1912–2007) – немецкий физик. Предложил, независимо от Бете, азотно-углеродную термоядерную реакцию.

Георгий Гамов (1904–1968) – физик-теоретик. Родился в Одессе, уехал из СССР в 1933 году. Автор теории Большого взрыва и ряда других известных концепций в физике, астрономии и биологии.

Фред Хойл (1915–2001) – британский астроном, автор научно-фантастических романов («Черное облако»). Выдвинул теорию звёздного нуклеосинтеза. Противник теории Большого взрыва и создатель модели стационарной расширяющейся Вселенной.

Маргарет Бербидж (род. в 1919) – англо-американский астроном. Первая женщина, которая стала директором Гринвичской обсерватории (1972–1974). Получила вместе с мужем, Джеффри Бербиджем, золотую медаль Королевского общества.

Джеффри Бербидж (1925–2010) – англо-американский астроном. Муж Маргарет Бербидж. Директор обсерватории Китт-Пик (1978–1984).

Уильям Фаулер (1911–1995) – американский астрофизик, ядерщик. В 1983 году получил Нобелевскую премию за исследование ядерных реакций в звёздах.

Сверхновая звезда – массивная звезда, которая взрывается из-за нестабильности термоядерного горения. По типу потери стабильности и мощности взрыва различают несколько классов таких звёзд, например сверхновые I типа и II типа. Взрыв сбрасывает внешнюю оболочку, оставляя на месте сверхновой нейтронную звезду или чёрную дыру.

Нейтронная звезда – тело диаметром в 20–30 км, состоящее из нейтронов и окружённое тонкой корой из атомов железа и никеля. Средняя плотность нейтронной звезды в несколько раз превышает плотность атомных ядер.

Чёрная дыра – массивный объект, гравитация которого не даёт улететь с поверхности даже лучам света. Характеризуется сильным искривлением пространства и полной остановкой местного времени на своей поверхности.

Теория Большого взрыва – космологическая теория образования Вселенной и её взрывного расширения.



Создатели времен *ПОСВЯЩЕНИЕ*

Книга посвящается друзьям по аэрокосмическому дому:

Саше Василькову,

Саше Кашлинскому,

Сергею Марченко

и другим учёным, коллегам по космосу, а также Ому и Саре, построившим этот дом

Мы живем, почти ничего не понимая в устройстве мира. Не задумываемся над тем, какой механизм порождает солнечный свет, который обеспечивает наше существование, не думаем о гравитации, которая удерживает нас на Земле, не давая ей сбросить нас в пространство. Нас не интересуют атомы, из которых мы состоим, и от устойчивости которых мы сами существенным образом зависим. За исключением детей (которые ещё слишком мало знают, чтобы не задавать такие серьёзные вопросы), мало кто ломает голову над тем, почему природа такова, какова она есть, откуда появился космос и не существовал ли он всегда, не может ли время однажды повернуть вспять, так что следствие будет предшествовать причине, есть ли непреодолимый предел человеческого познания? Бывают даже такие дети (я их встречал), которым

хочется знать, как выглядит чёрная дыра, какова самая маленькая частичка вещества, почему мы помним прошлое и не помним будущего, если раньше и правда был хаос, то как получилось, что теперь установился видимый порядок и почему Вселенная вообще существует?

Стивен Хокинг. От большого взрыва до чёрных дыр. Краткая история времени

Автор искренне благодарит учёных, которые помогли ему довести эти истории до нужной степени научности и сказочности.

Научные консультанты:

Андрей Вилхович Каява, кандидат биологических наук;

Александр Сергеевич Сигеев, кандидат химических наук;

Владислав Вячеславович Сыщенко, доктор физико-математических наук;

Татьяна Александровна Тайдакова, астроном, кандидат физико-математических наук;

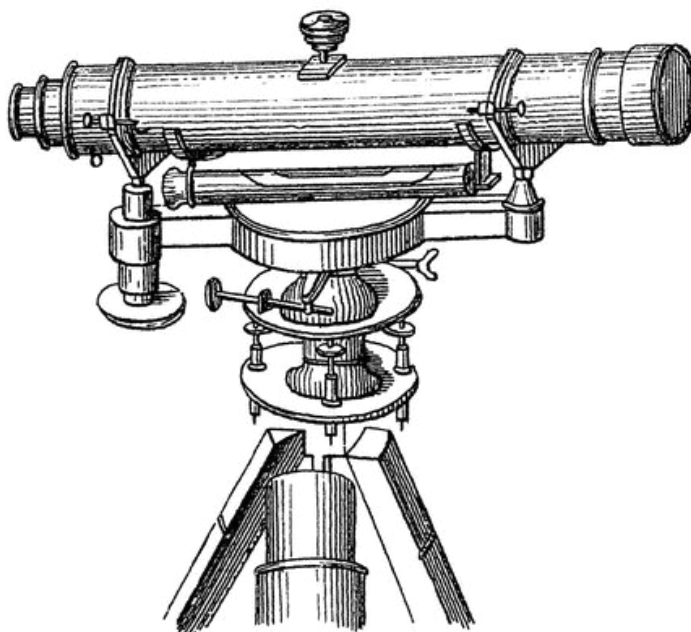
Евгений Леонидович Ченцов, астроном,

доктор физико-математических наук;

Алексей Борисович Шипунов, кандидат биологических наук

Отдельную благодарность автор выражает **Владу Сыщенко**, который внес существенный вклад в истории про Максвелла и природный ядерный реактор в Окло.

Предисловие



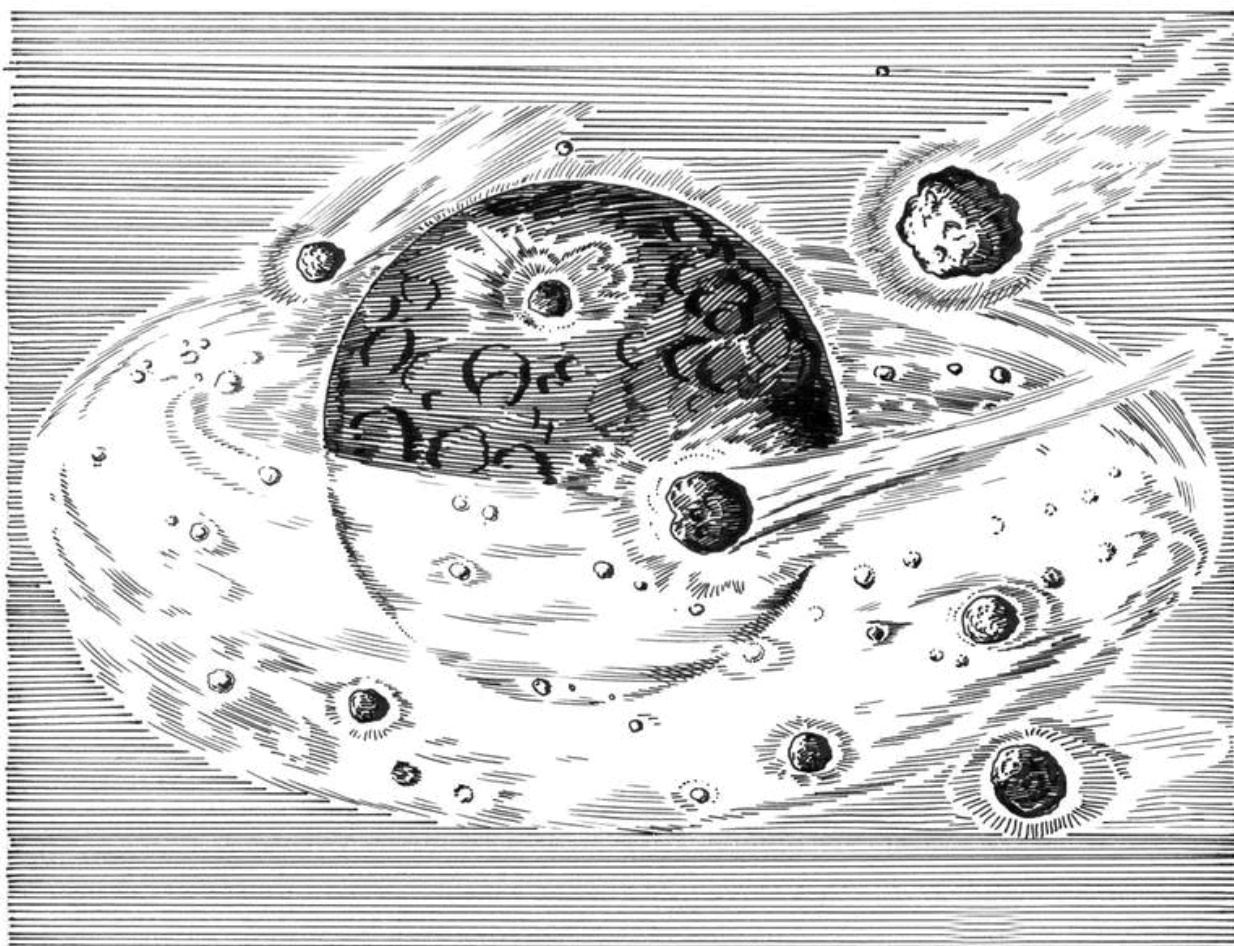
Перед вами сборник научных сказок, повествующий о создателях времён и людях, которые творили будущее несмотря на то, что они часто жили в далёком прошлом.

Автор – астроном. Он свободно перемещается внутри Солнечной системы и знает каждый уголок, а также заглядывает в планетные системы других звёзд – Бета Пикторис, Эпсилон Эридана и голубой Беги.

Научные сказки основаны на реальных событиях.

Здесь вы узнаете:

- о философе Ламетри и людях-машинах;
- об электрике Максвелле и его ручном демоне;
- о легендарном физике Стивене Хокинге, который испарил «чёрную дыру»;
- о камнях, летающих по небу;
- о рождении Луны;
- о юной Джоселин Белл, пульсарах и телеграмме от зелёных человечков и другие сказочно увлекательные истории про великих учёных и их открытия, изменившие наш мир навсегда.



Сказка о гениальном учёном Архимеде, который стоил целой армии

Сицилия, большой остров в Средиземном море, отличался мягким климатом и пышной растительностью. Море у сицилийских берегов было полно рыбы, а на плодородных землях вызревали инжир и виноград.

Древние греки, создатели великой европейской культуры, поселились на Сицилии почти три тысячи лет назад – в восьмом веке до нашей эры. В городе Сиракузы были свои философы и учёные, поэты и ораторы.

Каменные дома горожан обступали дворец царя Сиракуз, высокие стены защищали город от врагов, а на стадионах и в банях жители отдыхали, смотрели состязания бегунов и метателей диска, обменивались новостями.

В банях на главной площади Сиракуз, вымощенной большими квадратными плитами, сегодня шумно: раздаются смех, крики, плеск воды. Молодежь плавает в бассейне, а почтенные старцы, крепко держась за серебряные кубки с вином, ведут неспешную беседу на удобных ложах. Солнце заглядывает во внутренний портик бань и освещает дверной проём, ведущий в отдельную комнату. Там, в совсем маленьком бассейне в одиночестве сидит человек, которые ведёт себя не так, как другие. Его глаза прикрыты, но по едва уловимым признакам заметно, что человек не спит, а напряженно размышляет. Пальцы его рук шевелятся, словно ощупывая что-то невидимое; рот иногда кривится в лёгкой усмешке.

За последние недели человек, которого зовут Архимед, настолько углубился в свои мысли, что забывает про еду. Домашним приходится следить, чтобы он не остался голодным.

Началось всё с того, что царь Сиракуз пригласил Архимеда к себе, налил ему лучшего вина, спросил про здоровье родных, а потом показал красивую золотую корону, которую изготовил придворный ювелир.

– Я не разбираюсь в ювелирном деле, но разбираюсь в людях, – сказал правитель. – И я думаю, что мой ювелир меня обманывает.

Царь взял со стола слиток золота.

– Я дал ювелиру для изготовления короны такой же слиток золота. Вес у короны и слитка одинаков, мой слуга это проверил, но не подмешано ли в корону дешёвое и лёгкое серебро? Архимед, ты – самый великий учёный Сиракуз. Можешь ли ты проверить, не ломая корону, есть ли в ней серебро? Если правитель Сиракуз будет носить фальшивую корону, над ним станут смеяться даже уличные мальчишки...

И царь протянул корону и слиток Архимеду.

– Если найдёшь ответ, оставишь золотой слиток себе, но я всё равно буду твоим должником.

Архимед взял корону и слиток, вышел из мраморного царского дворца и с тех пор потерял покой и сон. Как можно отказаться от такого задания? Он действительно был самым известным учёным Сиракуз, учился в Александрии, где дружил с Эратосфеном и другими великими мыслителями. Если он не решит эту задачу, то никто не сможет.

Дома Архимед положил на чаши весов свои проблемы. Учёный поднял весы за середину и убедился, что слиток и корона имеют равный вес: чаши покачивались на одном уровне. Но какова плотность короны, то есть вес, делённый на объём? Серебро легче золота, и, значит, если в короне есть серебро, она имеет меньшую плотность, чем чистое золото. Вес короны и слитка совпадают, следовательно, объём фальшивой короны должен быть больше, чем объём золотого слитка. Объём золотого слитка измерить можно, но как определить объём короны, в которой столько сложных зубцов и деталей? Из-за этой проблемы учёный и потерял покой.

Архимед был прекрасным геометром и решил сложную проблему определения объёма шара и описанного вокруг него цилиндра, но для определения объёма короны требовалось найти новое решение.

Архимед отправился в баню, чтобы смыть с себя пыль жаркого дня и освежить уставшую от размышлений голову.

Обычные люди после работы могут купаться, болтать и есть инжир, но учёный не в силах избавиться от своих проблем ни днём ни ночью. Мысли о нерешённой задаче отступают, но не исчезают и могут вернуться во сне, наяву и в самый неподходящий момент. Мозг учёного непрерывно ищет пути решения проблемы, цепляясь за любую подсказку.

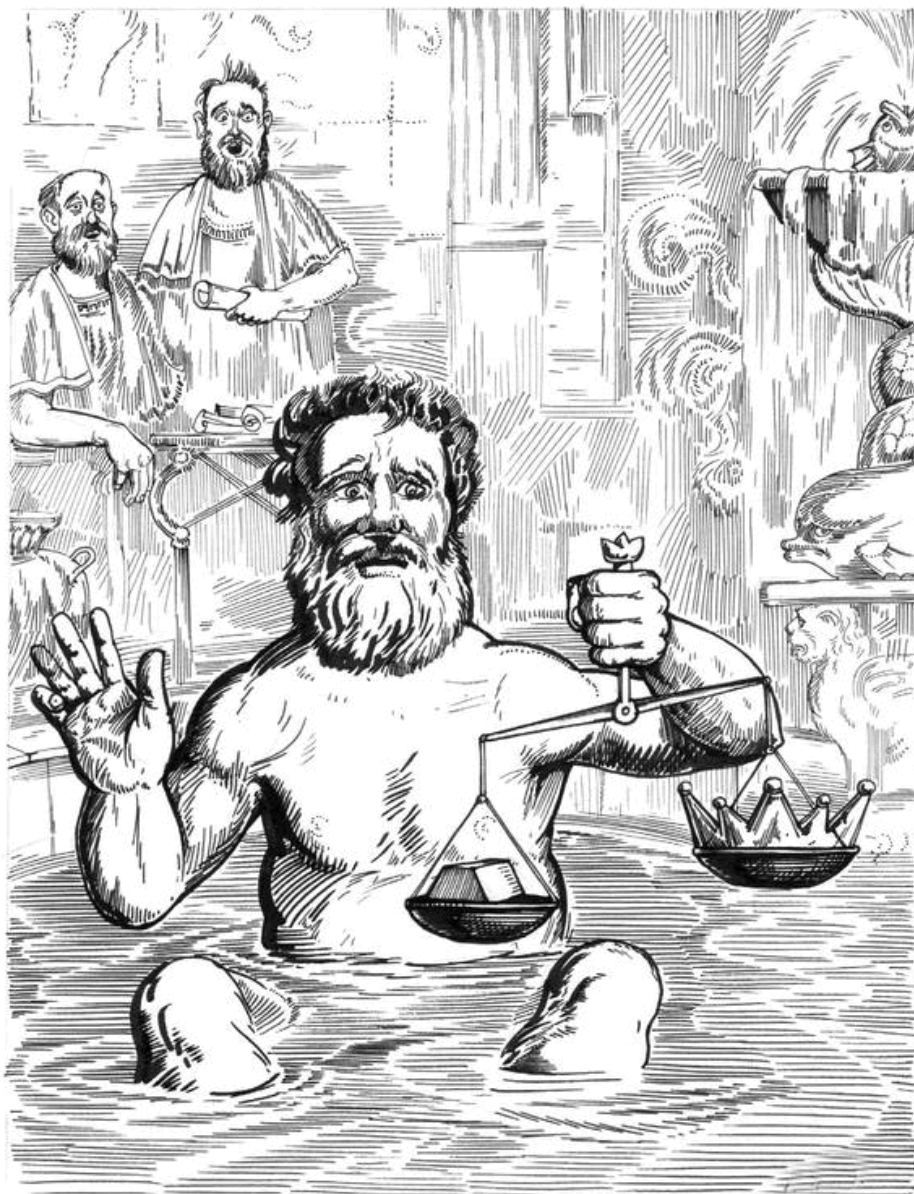
Архимед снял хитон, положил его на лавку и подошёл к небольшому бассейну. Вода плескалась на три пальца ниже края. Когда учёный погрузился в воду, её уровень заметно поднялся, а самая большая волна даже выплеснулась на мрамор пола. Архимед прикрыл глаза, наслаждаясь приятной прохладой. Мысли об объёме короны снова привычно закружились в его голове, но что-то было не так, случилось нечто важное. Однако Архимед не мог понять, что именно.

Он с досадой открыл глаза. Со стороны большого бассейна доносились голоса, там шел горячий спор – кажется, о последнем законе правителя Сиракуз.

Архимед замер, пытаясь понять, что произошло, и осмотрелся вокруг. Вода в бассейне не доставала края всего на палец. А ведь, когда учёный входил в воду, её уровень на целых три пальца не доходил до верха бассейна...

Он встал и вышел из бассейна – вода качнулась и успокоилась – да, на три пальца ниже края. Учёный снова забрался в бассейн, и вода послушно поднялась почти до края. При погружении Архимед терял свой вес, и его тело плавало в воде. Каким-то таинственным образом вода, вытесненная Архимедом, отбирала у него вес...

Глаза учёного загорелись. Он быстро оценил размер бассейна, вычислил его площадь и умножил на изменение уровня воды. Получилось, что объём вытесненной телом Архимеда воды равен объёму его тела.



Архимед дрожал, как в лихорадке, понимая, что он на верном пути, – вдохновение несло его на своих могучих крыльях.

Можно ли применить найденный закон об объёме вытесненной жидкости к короне? Конечно! Надо лишь опустить корону в воду, измерить новый уровень жидкости, а потом сделать то же самое с золотым слитком. Если корона вытеснит больше жидкости, она содержит серебро. Задача решена!

С победным криком: «Эврика! Эврика!» – что по-гречески значит «нашёл», Архимед выскочил из бассейна и помчался домой, где хранились золото и корона. Там он сможет проверить своё решение.

Забывтый хитон остался на лавке.

Архимед бежал домой, смеясь и крича «эврика!», а жители Сиракуз смотрели на счастливого учёного и тоже смеялись, махали руками ему вслед. Всё-таки не каждый день решаются такие важные научные

проблемы, и не каждый день можно увидеть голого человека, бегущего по центральной площади Сиракуз.

На следующий день царю доложили о приходе Архимеда.

– Я решил задачу, – сказал Архимед. – В короне действительно много серебра.

Правитель вздохнул и поинтересовался:

– Как ты это узнал?

– Вчера в банях я догадался, что тело, которое погружается в бассейн с водой, вытесняет объём жидкости, равный его собственному объёму, и при этом теряет в весе. Я очень обрадовался и поспешил домой проверить свою догадку.

Слушая учёного, царь постарался скрыть усмешку – он уже слышал рассказы очевидцев с центральной площади.

– Вернувшись домой, я провел множество опытов с чашами весов, погружённых в воду, и доказал, что тело в воде теряет в весе ровно столько же, сколько весит вытесненная им жидкость. Поэтому человек может плавать в воде, а золотой слиток – нет, но он всё равно уменьшается в весе при погружении в воду.

– И как это доказывает наличие серебра в моей короне? – поинтересовался царь Сиракуз.

– Вели принести чан с водой, – попросил Архимед и достал весы. Пока слуги тащили в царские покои полный котел, Архимед положил на весы корону и слиток. Они уравнились друг друга.

– Если в короне есть серебро, объём короны больше, чем объём слитка. Значит, при погружении в воду корона потеряет в весе больше, чем слиток, и весы изменят своё положение, – сказал Архимед и осторожно погрузил обе чашки весов в воду. Действительно, чаша весов с короной немедленно поднялась вверх.

– Ты поистине великий учёный, Архимед! – воскликнул царь. – Я закажу себе новую корону у другого ювелира и с помощью твоего закона проверю, настоящая ли она.

Архимед спрятал в бороде усмешку: он понимал, что закон, открытый им вчера, гораздо важнее тысячи золотых царских корон.

* * *

Закон Архимеда остался в истории навсегда, им пользуются при проектировании кораблей. Десятки тысяч судов бороздят океаны, моря и реки, и каждое держится на поверхности воды благодаря силе Архимеда.

* * *

Однажды научные размышления Архимеда прервались, как и спокойная жизнь других горожан: к Сиракузам подошли захватчики – быстро растущая Римская империя решила завоевать плодородный остров Сицилия.

Огромный флот галер, битком набитых римскими воинами, подошёл к острову. Преимущество в силах римлян было очевидным, и командующий флотом нисколько не сомневался, что они быстро захватят

греческий город. Но не тут-то было: стоило галерам подойти совсем близко, как со стен ударили мощные катапульты. Они бросали огромные камни так точно, что от римских галер полетели щепки в разные стороны.

Римский полководец не растерялся и скомандовал капитанам своего флота:

– Вперед! Плывите под самые стены города! На близком расстоянии катапульты нам будут не страшны, а лучники смогут прицельно стрелять.

Но когда флот с потерями прорвался к стенам крепости и приготовился их штурмовать, римлян ждал новый сюрприз: огромные краны с крюками свешивались со стен, цепляли римские галеры за носы и легко поднимали тяжёлые суда в воздух. Галеры падали вниз, переворачивались и тонули.

Эти мощные краны придумал Архимед: он стоял на стене и смеялся, глядя, как его могучие механизмы расправляются с римскими кораблями.

– Невежественные римляне не знают «правило рычага». Подумаешь – галеры! Дайте мне точку опоры, и я переверну весь мир!

Стоявшие рядом греки переглянулись, но не рассмеялись. Они помнили, как легко Архимед в одиночку спустил на воду новый многопалубный корабль царя Сиракуз, используя хитроумную систему блоков и рычагов.

Римский полководец признал поражение и скомандовал отступление. Сильно поредевший флот римлян отошёл на безопасное расстояние, где его не могли достать сиракузские катапульты, и встал на якорь.

День сменялся днём, месяц – месяцем, штурм – очередным штурмом, но город стойко держался благодаря уму Архимеда и мужеству горожан.

Шпионы донесли римскому полководцу имя гениального учёного, который создал неприступную оборону города. Полководец решил, что после победы надо заполучить Архимеда как самый ценный военный трофей. Один учёный стоит целой армии!

Быстро захватить город не удалось, и римляне приступили к долгой осаде.

Город же был полон решимости отстоять свою независимость.

Мужчины дежурили на стенах, стреляли из лука и заряжали катапульты тяжёлыми камнями. Но римский флот был уже недосягаем для катапульт.

Мальчишки подносили солдатам воду, еду и рвались в бой, но им не давали воевать, прогоняли со стен – малы ещё!

Архимед был стар и уже не мог стрелять из лука так далеко, как молодые и сильные мужчины, но зато обладал самым могучим в мире мозгом. Он собрал мальчишек и спросил их, показав на вражеские галеры:

– Хотите уничтожить римский флот?

– Да! Да! Да! – закричали те наперебой.

– Для этого надо хорошенько поработать, – сказал Архимед.

– Мы готовы! Говори, что нужно делать!

Архимед велел каждому подростку взять по большому медному листу из приготовленной стопки и разложить их все на ровных каменных плитах.

– Каждый должен отполировать свой лист так, чтобы он сиял на солнце, будто золотой. Тогда завтра я научу вас топить римские галеры. Понимаю, что медные листы не похожи на обычное оружие, но вы должны мне довериться. Ведь главным оружием человека является не меч и не лук, а его мозг. Работайте, друзья! Чем лучше вы сегодня отполируете медь, тем завтра нам будет легче воевать.

– А мы сами будем воевать? – спросил маленький кудрявый мальчуган.

– Да, – твердо сказал Архимед. – Утром вы будете воевать наравне с могучими воинами. Завтра сами начнёте совершать подвиги. О вас будут слагать легенды и писать стихи!

Трудно описать словами энтузиазм, с которым мальчишки и девчонки взялись за работу после речи Архимеда. Они любили свой город, ненавидели врагов и мечтали о славе, поэтому энергично надраивали свои медные листы.

На следующий день, в полдень, солнце обжигаяще пылало в небе, а римский флот неподвижно стоял на якорях на внешнем рейде, вне досягаемости катапульт сиракузцев. На жаре деревянные бока вражеских галер разогрелись и сочились смолой, используемой для защиты кораблей от воды.

На крепостных стенах Сиракуз, там, где их не достанут вражеские стрелы, собралось множество подростков. Перед каждым стоял деревянный щит с отполированным медным листом. Деревянные опоры щита были сделаны так, что лист меди было легко поворачивать и наклонять.

– Надеюсь, вы все умеете пускать солнечные зайчики? – обратился к ребятам Архимед. – Сейчас мы и проверим, насколько хорошо вы отполировали медь.

Учёный подошёл к маленькому кудрявому мальчику и сказал:

– Поймай своим листом солнце и направь зайчик в середину борта большой чёрной галеры, прямо под мачтой.

Мальчишка бросился выполнять указание, а воины, столпившиеся на стенах, удивлённо переглянулись: что затеял хитрец Архимед?

Учёный остался доволен результатом – бок чёрной галеры украсился ярким пятном. Он обратился к остальным подросткам:

– Наведите свои медные листы на это же место!

Заскрипели деревянные опоры, загремели листы, и стая солнечных зайцев сбежалась к чёрной галере; её бок стал наливаясь ярким светом. На палубы галер высыпали недоумевающие римляне: что происходит? Зевая, вышел и главнокомандующий римским флотом, он тоже уставился на сверкание странных зеркал на стенах осажденного города. Боги Олимпа, что ещё придумали эти упрямые сиракузцы вместе со своим Архимедом?

Архимед же инструктировал своё «воинство»:

– Не спускайте глаз с солнечных зайчиков – пусть они неподвижно сидят на одном месте.

Не прошло и минуты, как от сияющего пятна на борту чёрной галеры повалил дым.

– Воды, воды! – закричали римляне, кто-то бросился зачерпывать морскую воду, но дым быстро сменился пламенем. Сухое просмоленное дерево прекрасно горело!

– Переводите зеркала на галеру справа! – скомандовал Архимед.

Считанные минуты – и соседняя галера тоже занялась огнём. Римский флотоводец вышел из оцепенения и приказал сниматься с якоря, чтобы отойти подальше от стен зловещего города вместе с его проклятым Архимедом.

Сняться с якорей, посадить гребцов на весла, развернуть огромные корабли и отвести их в море на безопасное расстояние – дело не быстрое.

Пока римляне суматошно бегали по палубам, кашляя от удушливого дыма, юные сиракузцы переводили зеркала на новые галеры. В суматохе корабли стали сближаться так, что огонь перекидывался с одного на другой. Спеша отплыть, некоторые галеры развернули паруса, но они, как выяснилось, горели ничуть не хуже смоляных бортов.

И вот сражение закончилось – на рейде догорало много римских кораблей, а остатки флота отступили от стен города. Среди юного воинства Архимеда потерь не было.

– Слава великому Архимеду! – кричали восхищённые жители Сиракуз и обнимали своих детей. Огромный воин в блестящих доспехах крепко пожал руку маленькому кудрявому мальчику. Ладонь мальчика была покрыта кровавыми мозолями и ссадинами от полировки медного листа, но мальчик даже не поморщился от рукопожатия солдата. Он сам стал воином.



– Молодец! – сказал уважительно воин в доспехах. – Этот день сиракузцы запомнят надолго.

Солдат ошибся – этот день остался в истории не надолго, а навсегда, и запомнили его не только сиракузцы. Спустя тысячелетия жители разных стран читают удивительную историю о сожжении римских галер Архимедом. Но мы-то знаем, что Архимед ничего не сделал бы без своих юных помощников.

– Эх, жаль, меня там не было... – пробормотала Галатея, внимательно слушавшая с братом вечернюю историю, которую рассказывала им мать.

Потеряв надежду захватить город с помощью оружия, римский полководец прибег к старому испытанному приёму – подкупу. Он нашёл в городе предателей, и Сиракузы, сумевшие отразить внешнюю атаку и выдержать осаду, не выдержали измены изнутри и пали.

Римляне ворвались в город.

– Найдите мне Архимеда! – приказал римский полководец. Но солдаты, опьянев от резни, плохо понимали, чего хочет командир. Они врывались в дома, грабили и убивали. Один из римских воинов выбежал на площадку, где работал Архимед, рисуя на песке сложную геометрическую фигуру.

Солдатские башмаки затоптали хрупкий рисунок.

– Не тронь мои чертежи! – грозно сказал Архимед.

Римлянин, с налитыми кровью глазами, зарычал и ударил старого учёного мечом.

Так погиб этот великий человек.

* * *

Архимед был настоящим гением, сделавшим множество открытий и изобретений.

Он опередил современников даже не на века, а на тысячелетия. Тысячелетиями люди были уверены, что Земля – центр Вселенной. Но Архимед в своей книге «Псаммит, или Исчисление песчинок» рассказал про смелую теорию Аристарха Самосского, согласно которой в центре мира расположено большое Солнце, а маленькая Земля летает вокруг него. Архимед писал: «Аристарх Самосский в своих „Предложениях...“ полагает, что неподвижные звёзды и Солнце не меняют своего места в пространстве, что Земля движется по окружности около Солнца, находящегося в её центре...»

Архимед считал гелиоцентрическую теорию Аристарха убедительной и использовал её, чтобы оценить размеры сферы неподвижных звёзд.

Известность Архимеда была столь велика, а его книги переписывали так часто, что ряд его трудов сохранился до нашего времени, несмотря на пожары и войны двух тысячелетий. История книг Архимеда нередко была драматичной. В тринадцатом веке какой-то невежественный монах взял одну из них, написанную на прочном пергаменте, и смыл формулы великого учёного, чтобы получить чистые страницы для записи молитв. Прошли века, и этот молитвенник попал в руки учёных, которые уже были знакомы с варварскими обычаями переписывания. Они внимательно, с помощью сильной лупы исследовали страницы молитвенника и различили следы стертого драгоценного текста Архимеда. Книга гениального учёного была восстановлена и напечатана большим тиражом. Теперь она никогда не исчезнет. А наши современники получили возможность прочитать ранее неизвестный труд Архимеда и восхититься его талантами математика и механика.

Архимедов винт качал воду на крестьянские поля и двигал первые пароходы. «Правило рычага», которое открыл Архимед, стало основой механики. Но своим главным достижением этот учёный считал расчёт площади поверхности и объёма шара, вписанного в цилиндр. Именно шар и цилиндр Архимед завещал высечь на своём надгробном камне.

– Что за цилиндр и шар? – спросила Галатея. – Почему он так ими гордился?

– Архимед доказал, что площадь поверхности и объём шара относятся к площади и объёму описанного вокруг него цилиндра как 2 к 3.

– Не понимаю.

Дзинтара встала и вытащила с полки модель земного шара, который был впаян внутрь прозрачного цилиндра так, что соприкасался с ним на полюсах и на экваторе.

– Геометрия – удивительная наука, она восхищала многих математиков тысячи лет.

Дзинтара показала детям прозрачный цилиндр с шаром внутри:

– Я с детства любила эту геометрическую игрушку. Площадь поверхности шара равна площади четырёх кругов такого же радиуса – $4\pi R^2$. Если подсчитать площадь боковой поверхности описанного цилиндра,

то есть длину окружности $2\pi R$ умножить на высоту цилиндра в $2R$, то получим ту же величину. Сверху и снизу цилиндр «закупорен» «крышками» – двумя окружностями с площадью πR^2 каждая. Поэтому площадь всей поверхности цилиндра $6\pi R^2$ – в полтора раза больше площади поверхности шара внутри. Такое же соотношение **3 : 2** действует для объёмов цилиндра $2\pi R^3$ (то есть площадь круга πR^2 в подножии цилиндра умножается на высоту цилиндра $2R$) и шара ($\frac{4}{3}$) πR^3 .

Архимед первый в мире доказал данное соотношение. Он восхищался его красотой и был счастлив, получив такой результат. Архимед был настоящим учёным, который умел ценить красоту математики. Именно поэтому не катапульта и не горящая галера украшает его могилу, а изображение шара, вписанного в цилиндр.

Примечания для любопытных

Архимед (287 до н. э. – 212 до н. э.) – древнегреческий математик, физик и инженер из Сиракуз. Сделал множество открытий в геометрии и математике. Заложил основы механики и теории плавучести. На высшей награде математиков мира – медали Филдса – выбит профиль Архимеда.

Закон Архимеда – один из основных законов гидростатики, гласящий: «На тело, погружённое в жидкость (или газ), действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной этим телом жидкости (или газа)».

Эратосфен (276 до н. э. – 194 до н. э.) – древнегреческий математик, астроном и географ. Глава Александрийской библиотеки. Доказал, что Земля имеет форму шара, определил её диаметр с высокой точностью.

Сказка о вундеркинде Лейбнице, придумавшем новую математику

– Готфрид, тебе понравилась эта история? – спросил маленького мальчика его отец, сидевший в глубоком кресле возле книжных полок.

– Да, папа, она мне очень понравилась, – ответил мальчик, ёрзая на самом краешке стула. Глаза Готфрида горели, он всё ещё переживал услышанное. Его отец, профессор Лейпцигского университета, только что закончил рассказывать сыну захватывающую историю из древних времен.

Полководцы и учёные, проповедники и воины, отшельники и цари оживали в стенах библиотеки, полки которой были плотно заставлены настоящими сокровищами с повествованиями об истории мира и с мудростью, накопленной людьми за тысячелетия. Но Готфриду было только шесть лет, читать книги из отцовской библиотеки ещё рано. Однако он страстно мечтал о том времени, когда перед ним распахнутся двери высоких шкафов с тысячами томов в кожаных переплётах.

Готфриду не исполнилось и семи, когда его отец умер. Библиотеку заперли, и она стала недосягаемой мечтой. Мальчик очень любил читать, все попадавшиеся под руку книги мгновенно «глотал» от начала до конца. Книг ему всегда не хватало.

Однажды Готфрид нашёл в доме две книги на латыни, оставленные каким-то студентом. Латынь мальчик учил в школе, но, как и остальные школьники, знал её плохо. И всё же ему ужасно хотелось прочесть чудесные книги, которые наверняка повествовали о чём-то ужасно увлекательном. И он начал их читать на непривычной латыни: уходил в сад, садился на скамейку и пытался понять, о чём говорят строки из незнакомых слов. Главная проблема заключалась в том, что словаря для перевода латыни на родной немецкий язык у мальчика не было.

Дзинтару, которая читала сказку про Лейбница, перебила её младшая дочь.

– Как можно читать книгу на незнакомом языке без словаря? – спросила у матери поражённая Галатея.

– Мальчик Готфрид был очень упорным. Он читал, сопоставлял прочитанное с известными ему историческими событиями, пытался понять значение непонятного слова по контексту – по смыслу всей фразы. Ещё он внимательно изучал рисунки в книге, это тоже давало ему информацию для понимания текста. Использовал Готфрид и свои скудные школьные знания. В итоге он добился своего – прочёл и понял обе книги.

– Какой молодец! – ревниво сказала Галатея.

Поразительные успехи Готфрида в изучении латинского языка не ускользнули от внимания школьного учителя. Узнав, что мальчик читает на латыни книги, явно не предназначенные для детского возраста, учитель пришёл к нему домой и потребовал от воспитателей отобрать у мальчика взрослые книги и дать детские – вроде книжек с библейскими рассказами.

Готфрид был на волосок от страшной участи остаться без книг. Но в разговор вмешался друг семьи, образованный и много путешествовавший дворянин. Он был вдвойне поражён услышанным – тем, что маленький мальчик сумел самостоятельно прочесть книги на латыни, и тем, что недалёкий учитель хочет задавить ростки такой одарённости.

Друг семьи не только отговорил воспитателей Лейбница подчиниться требованию учителя, но и настоял на том, чтобы для Готфрида открыли отцовскую библиотеку. Это был настоящий праздник!

Мальчик буквально набросился на книжные сокровища со страстью смертельно изголодавшегося человека. Позже Лейбниц писал про это время: «Я торжествовал, как если бы нашёл клад... Я стал читать смотря по влечению и наслаждался необычайным разнообразием предметов...» К десяти годам он изучил труды Платона, Плиния, Геродота и Цицерона. В 12 лет Готфрид прекрасно знал латынь и начал понимать греческий, на котором была написана часть книг в библиотеке отца. В 13 лет свободно писал стихи на латыни. В 14 задумался о науке логике, которая должна создать классификацию элементов человеческого мышления, и стал записывать свои мысли в особую тетрадь. Взрослый Лейбниц отмечал: «То, что я записал в четырнадцатилетнем возрасте, перечитывал позднее, и это чтение всегда доставляло мне живейшее чувство удовольствия».



В 15 лет Лейбниц поступил в Лейпцигский университет, превосходя по знаниям старших студентов. Через три года он получил степень магистра (закончил университетский курс) и начал готовиться к получению степени доктора наук по юриспруденции. К 20 годам Готфрид превзошёл по образованности своих профессоров и решил сдать экзамен на докторскую степень. Но когда он пришёл к декану на сдачу экзамена, жена декана, известная отсутствием вежливости и удивлённая молодостью соискателя докторской степени, не пустила его в дом, заявив:

– Сначала не мешало бы отрастить бороду, а потом являться по таким делам!

Галатея и Андрей дружно рассмеялись, услышав о сварливой деканше.

Уязвлённый Лейбниц ушёл и больше не возвращался, получив степень доктора в другом университете. Он был удивительно многогранным человеком: математиком, физиком, философом, поэтом, юристом, изобретателем, алхимиком и даже придворным историком.

Но его самое выдающееся достижение – создание дифференциального исчисления. В 1684 году вышла статья Лейбница о данном методе исследования, и этот год считают официальной датой рождения новой области математики. Хотя Ньютон к тому времени открыл дифференциальное исчисление, он ещё не опубликовал свои труды. Великий англичанин неохотно печатал работы, так как обычно они вызывали волну критики, отвечать на которую ему не хотелось. Позже данное обстоятельство стало предметом спора между сторонниками Ньютона и Лейбница о том, кому принадлежит первенство в открытии дифференциального исчисления.

– Надо было Ньютону не лениться и публиковать свои результаты вовремя, тогда и споров бы не возникло! – назидательно сказал Андрей.

– Мама, а что такое дифференциальное исчисление? – спросила Галатея.

– Хм... – призадумалась Дзинтара.

Дети часто задают очень неудобные вопросы, на которые сложно ответить.

– Арифметика и геометрия, известные с древности, помогали людям считать мешки с зерном и вычислять объёмы жидкостей, налитых в цилиндры. Но жизнь богаче мешков и бочек. Представим себе карету, запряжённую четвёркой сильных лошадей, которая едет из Берлина в Лейпциг...

– Карета лакированная, а лошади с бубенчиками! – уточнила Галатея.

– Конечно, – согласилась Дзинтара. – И если мы зададимся простым вопросом: с какой скоростью едет карета? – арифметика и геометрия нам не помогут.

– Почему же, – возразил Андрей, который уже решал в школе подобные задачки. – Я возьму расстояние между Берлином и Лейпцигом, поделю его на время, которое карета провела в пути, и получу скорость кареты.

– Верно, но ты получишь среднюю скорость. А ведь карета-то останавливалась на ночлег...

– В тёмном лесу у костра! – уверенно заявила Галатея.

– Или в придорожной гостинице. Или в ожидании переправы через реку. А где-то карета мчалась по хорошей дороге во весь опор.

– Убегая от разбойников? – предположила девочка.

– Как описать её движение? Как математически выразить скорость экипажа в данный момент времени?

– Для этого надо... взять... – Андрей задумался.

– Надо посмотреть на спидометр! – сообразила Галатея.

– Прекрасная идея! – улыбнулась Дзинтара. – Спидометр действительно замеряет мгновенную скорость движущегося экипажа, но сейчас нас интересует не практический результат, а общий принцип определения скорости, который, кстати, лежит в основе работы каждого спидометра.

Чтобы определить скорость кареты в каждый момент времени, надо использовать способ, о котором сказал Андрей, – разделить пройденное расстояние на время. Но применить его не ко всей дороге, а к определённом отрезку пути, который проделала карета.

– Действительно, взять и измерить, сколько метров проходит карета за секунду, – это и будет скорость кареты! – согласился обрадованный Андрей.

– Да, это будет гораздо более точный способ измерения. А если в данную секунду карета резко затормозит? Тогда и секунда окажется слишком большим интервалом времени для правильного измерения скорости.

– Тогда нужно взять ещё меньший отрезок времени – в десятую или сотую долю секунды, – предложил Андрей.

– Именно по такому пути и пошёл Лейбниц, придумав дифференциальное исчисление: для измерения скорости кареты он взял бесконечно малый отрезок пути S , который предложил обозначить как dS , и разделил его на бесконечно малый отрезок времени t , который записал как dt . Получилось, что скорость кареты $V = dS/dt$, или dS , делённая на dt .

Обозначения Лейбница до сих пор широко используются в науке.

– Это все очевидно. А где новая область математики? – поинтересовался Андрей.

– Это и есть новая математика: величины dS и dt называются дифференциалами от пути и времени, отношение dS/dt – производной от пути по времени, а сам процесс взятия производной – дифференцированием.

– И такие простые вещи называются сверхважным открытием? – удивилась Галатея.

– Конечно! Потому что мы научились работать не с числами, а с их изменениями. Дифференциальное исчисление названо по латинскому слову {differentia} – разность, различие. Мы ввели математические операции, которые описывают рост или уменьшение физических величин в реальном мире: берём производную по времени от пути кареты и получаем её скорость. Можем ещё раз взять производную по времени от скорости кареты и получить её ускорение.



— Значит, мы можем описать, с каким ускорением мчатся автогонщики на своих болидах? — с энтузиазмом спросил Андрей.

— Да. Более того, если мы знаем, как меняется ускорение гоночной машины, легко найдём её скорость, записав и решив так называемое дифференциальное уравнение: первая производная по времени от скорости равна ускорению машины.

— А ведь скорость — это тоже производная от пути... — напомнил Андрей.

— Верно! И мы можем написать уравнение, которое описывает движение гоночной машины: вторая производная по времени от пути равна ускорению. Учёные нашли разные способы решения многих дифференциальных уравнений. С их помощью можно вычислить изменения интересующих нас величин: скорость и путь гоночного болида по его ускорению; прирост населения мира по рождаемости или траекторию спутника, двигающегося при ускорении в поле гравитации Земли. Дифференциальные уравнения правят миром, только их нужно правильно составлять и решать. К сожалению, далеко не все уравнения поддаются решению.

Андрей спросил:

— Постой, мама, ты говоришь, что учёные до сих пор не могут решить какие-то дифференциальные уравнения?

– Конечно! – удивилась Дзинтара. – Уравнения небесной механики Ньютона и гидродинамики Навье – Стокса, электродинамики Максвелла и гравитации Эйнштейна настолько сложны, что математики и физики смогли решить системы этих дифференциальных уравнений только в самых простых случаях.

– Ах, вот как... – Глаза Галатеи загорелись. Она уже мысленно помогала бедным учёным, которые никак не могут справиться с такими интересными уравнениями.

Тем временем мама продолжала:

– Огромное количество дифференциальных уравнений вообще не имеет аналитического решения, которое можно записать в виде комбинации математических функций вроде синуса или экспоненты. Сейчас к решению дифференциальных уравнений привлекают мощные компьютеры, которые позволяют получать численные решения – не в виде аналитических функций, а в виде таблиц чисел. Однако и электронные машины пасуют перед самыми простыми дифференциальными уравнениями.

Дзинтара тоже увлеклась и стала размахивать руками:

– Но главная проблема заключается не в том, что дифференциальные уравнения сложно решить. В конце концов прогресс в создании компьютеров позволяет нам находить решения всё более трудных уравнений. Главная проблема, которая стоит сегодня перед учёными, особенно перед биологами и социологами, – трудность открытия дифференциальных уравнений, описывающих изменения в человеческом организме и обществе.

– А такие уравнения существуют? – осторожно поинтересовался Андрей.

– Ха! – торжествующе сказала Дзинтара. – Какие умные вопросы задают сегодня мои дети! Организм и общество движутся вперед благодаря множеству самых разных процессов, каждый из которых может быть описан математическим уравнением. Учёные полагают, что и человеческий организм, и общество в целом можно описать системой уравнений, но она должна быть очень сложной. Ещё никто даже не приблизился к открытию этой системы уравнений. Когда дифференциальные уравнения для человека и общества будут составлены, то биологи подарят людям здоровье и бессмертие, а социологи смогут заглянуть в будущее общества и предотвратить многие несчастья.

Дзинтара остановилась и посмотрела на детей. Глаза Галатеи и Андрея горели, спать они явно не собирались.

«Кажется, дифференциальные уравнения плохо подходят для усыпления детей...» – озабоченно подумала она.

Примечания для любопытных

Готфрид Вильгельм Лейбниц (1646–1716) – великий немецкий учёный, внесший свой вклад в развитие многих наук. Основатель и первый президент Берлинской академии наук. Создатель новых областей математики: дифференциального и интегрального исчисления.

Исаак Ньютон (1642–1727) – великий английский учёный. На механике Ньютона основана вся современная физика и небесная динамика. Создатель дифференциального и интегрального исчисления.

Дифференциальное уравнение – уравнение, содержащее производную от функции и связывающее эту производную с другими величинами: с самой функцией, числовыми параметрами и т. д.

Уравнения Навье – Стокса – система дифференциальных уравнений, описывающая движение вязкой жидкости. Записана французским механиком Анри Навье (1785–1836) в 1822 году и английским учёным Джорджем Стоксом (1819–1903) в 1845 году.

Уравнения Максвелла – система дифференциальных уравнений, описывающая электромагнитные процессы. Получена шотландцем Джеймсом Максвеллом (1831–1879) в 1862 году.

Уравнения Эйнштейна – система уравнений, описывающая гравитационное поле как искривленное пространство вокруг массивных тел. Открыта Альбертом Эйнштейном (1879–1955) в 1915 году.

Синус – аналитическая тригонометрическая функция $\sin(\{x\})$, возникшая при описании геометрии треугольника. Часто является решением дифференциальных уравнений, описывающих колебательные процессы, например движение маятника.

Экспонента – аналитическая функция $\exp(\{x\})$. Часто является решением дифференциальных уравнений, описывающих растущие или затухающие процессы.

Сказка о философе Ламетри и людях-машинах

Возле французского берега, обращенного к вечно враждебной Англии, есть Сен-Мало – город на острове, неприступный и живописный. Одно время он даже был вольным городом: не Франция и не Англия, а Сен-Мало.

При отливе вокруг острова-города выступали песчаные отмели, усеянные вкусными устрицами, а прилив приносил корабли, до отказа гружённые заморскими диковинами.

Сен-Мало столетиями был базой моряков и пиратов. Честно признаемся – различить их в Средние века было непросто. В Сен-Мало родился и жил Жак Картье – первооткрыватель Канады и знаменитый капер (так вежливо называли пиратов). С него началась история французских земель в Новом Свете, именно он придумал название «Канада».

Дух морской вольницы, царившей в Сен-Мало, способствовал тому, что здесь появился первый атеист Европы, открыто признавшийся в своём неверии в бога, – Жюльен Офре де ла Метри, или Ламетри. Он родился в семье богатого торговца тканями, рос живым и смыслённым ребёнком, получил прекрасное образование. Но сначала его отправили учиться богословию...

– Почему именно богословию? – спросил Андрей Дзинтару, рассказывающую очередную историю.

Дзинтара ответила:

– В то время церковь была крупнейшей корпорацией мира с огромным количеством рабочих мест. Но мальчик Жюльен был слишком живым для изучения мёртвых истин. В 16 лет Ламетри полностью потерял интерес к религии и отправился изучать медицину в Париж. После окончания колледжа, получив степень доктора медицины, он, понимая, что французская медицина отстаёт от медицины других стран, отправился на два года в Голландию учиться у знаменитого врача Бургаве.

– А почему он решил, что французские медики отсталые? – поинтересовалась Галатея.

– В те времена медики во Франции получали образование, заучивая устаревшие средневековые учебники и пренебрегая многими вещами, без которых немыслима современная медицина. Например, они считали

ззорным и ненужным анатомировать трупы, а ведь без этого сложно понять причину болезни и её последствия.

В Голландии Ламетри освоил новейшие медицинские теории и получил прекрасную практику. Вернувшись в Сен-Мало, он быстро завоевал репутацию одного из лучших врачей Франции и перевел на французский язык шесть томов работ Бургаве, посвященных современным методам лечения.

Ламетри был энергичным и трудолюбивым человеком. Он успевал не только лечить больных и переводить на французский многотомное сочинение голландского врача, но и писать собственные сочинения – как медицинские, так и художественные. У Жюльена было бойкое перо. Он публиковал анонимные памфлеты на чванливых коллег, давая им «советы», как стать успешными врачами, – мол, для этого анатомию, физику и химию знать не обязательно, а принимать важный вид, уметь острить и делать комплименты дамам необходимо. Насмешками Ламетри навлек на себя гнев многих врачей, которые процветали именно таким образом.

– Как от таких лжеврачей не сбежали все пациенты? – спросил Андрей.

– Если врачей мало, выбора нет. А врач берёт деньги за визит независимо от исхода болезни, поэтому умирающие пациенты тоже кормят докторов.

Врач Ламетри быстро получил известность. Вскоре Жюльен переехал в Париж, и ему предложили занять место личного врача герцога. Затем он стал военным медиком, участвуя в походах с армией герцога. На войне медик Ламетри приобрёл богатейший опыт, а философ Ламетри – отвращение к насилию.

– Философ? – удивился Андрей. – Он же врач, который писал памфлеты.

– Интеллект и огромный опыт естествоиспытателя и врача позволили Ламетри стать философом, углубиться в самые сложные проблемы философии, науки и религии.

– Какие проблемы были у религии и философии в те времена? – поинтересовался Андрей.

– Например, церковь учила, что нравственность и мудрость даны человеку от бога и привносятся в него с душой, которая является бессмертной частью божества. А образование – лишь способ вспомнить врождённое божественное знание. Понятие бессмертной души было краеугольным камнем церковного учения.

Ламетри смело высказывался против общепринятых догм. Он написал книгу «Трактат о душе» и издал её под псевдонимом. В ней он доказывал, что нравственность не привносится в человека с божественной душой, а должна воспитываться.

Врач-философ приводил следующий пример: «Один десятилетний ребёнок был в 1694 году найден в стае медведей в лесах, находящихся на границе между Литвой и Россией. Было страшно смотреть на него: он не обладал ни разумом, ни речью: его голос и он сам не заключали в себе ничего человеческого; человеческим у него было только внешнее строение тела. Он ходил на четвереньках, подобно животным. Будучи отделен от медведей, он, казалось, скучал по ним... Его можно было принять за пленника... пока он не научился упираться руками в стену и даже стоять прямо на ногах... не привык понемногу к человеческой пище и пока наконец после продолжительного времени не освоился и не начал произносить несколько слов грубым голосом... Когда его расспрашивали о диком состоянии... он также не мог вспомнить этого, как мы не в состоянии вспомнить того, что было с нами, когда мы ещё находились в колыбели».

Ламетри иронически восклицал: «Где у него бессмертная часть божества? Где душа, входящая в тело, столь учёная и просвещённая?» – и сделал вывод: «Душа – это лишённый содержания термин, за которым нет никакой идеи и которым здравый ум может пользоваться лишь для обозначения той части нашего организма, которая мыслит».

Какое негодование вызвало у церкви и властей это сочинение!

Королевский обвинитель на заседании французского парламента объявил, что в книге содержится «умысел уничтожить истинные представления о природе... сводя природу и свойства человеческого духа к материи и подрывая основы всякой религии и добродетели», и потребовал публичного сожжения богопротивной книги.

Книгу Ламетри сожгли на Гревской площади, где обычно казнили людей, заподозренных в ереси или критике церкви. Анонимность не помогла: его авторство было раскрыто – не без помощи враждебно настроенных врачей, которым не нравились памфлеты Ламетри. Под угрозой казни философ бежал из Франции в Нидерланды, лишившись родины, карьеры и врачебной практики.

Возмущение святош усиливалось тем, что книга пользовалась успехом, была быстро распродана и допечатана. Ортодоксы развернули целую кампанию по дискредитации Ламетри и издали с десятков книг, злобно критиковавших «Трактат о душе».

И что в итоге? Как философ перенес обрушившиеся на него удары судьбы? Стал ли он осторожнее?

– Ты хочешь сказать: трусил ли он? – с детским максимализмом поправила Галатея.

– Можно и так сказать, – согласилась Дзинтара. – Бесспорно, Ламетри не стал осторожнее и не трусил. Год спустя в голландском городе Лейдене он опубликовал книгу «Человек-машина», в которой сравнил человека с машиной исключительной сложности, в которой не содержится ничего сверхъестественного или божественного, в том числе бессмертной души.

– Это же очевидно! – удивился Андрей.

– Сейчас – да, но не тогда.

Столь крамольное и ещё более смелое, чем «Трактат о душе», сочинение вызвало ярость церкви даже в умеренных Нидерландах. В те времена церковники обладали почти абсолютной властью. Лейденские святоши вызвали издателя книги Ламетри, оштрафовали его на четыреста дукатов и потребовали сдать для сожжения все экземпляры «Человека-машины», а также раскаяться в том, что он напечатал столь скверную книгу, нападающую на бога, религию и добрые нравы.



Издатель покаялся, отдал часть тиража и пообещал больше не печатать богопротивные книги. На самом деле он не счёл себя связанным обещанием, вырванным под угрозой, и продолжал тайком печатать книгу Ламетри и продавать её. Книга разошлась по всей Европе и была переведена на английский язык. Во Франции «Человека-машину» сразу запретили, после чего она стала распространяться в рукописных копиях.

– Если книгу переписывают от руки – это наивысшая похвала писателю! – усмехнулся Андрей.

Новая книга Ламетри взбесила ортодоксов, которые в ответ напечатали множество опровергающих сочинений. Сам учёный был вынужден снова бежать – уже из Голландии в Германию, где его друзья добились для изгнанника покровительства прусского короля. В Пруссии в то время жил философ Мопертюи, земляк Ламетри, а также известный вольнодумец и поэт Вольтер.

Через три года Ламетри умер от острой болезни в возрасте 42 лет. Враги клеветали на него, как на бездельника и обжору, а он оставил в наследство потомкам почти три десятка книг, многие из которых сохранили свою актуальность на века.

– Как церковь получила такое влияние, что могла вызвать любого человека и приговорить его к штрафу, а то и к костру? – удивился Андрей.

Когда Европой и Средиземноморьем стали править императоры и короли, появился спрос на религию с одним главным богом. Такая концепция насаждала среди людей единодушие и беспрекословное подчинение всемогущему богу. Психологически расчет был верен: если человек признавал, что является рабом божьим, ему было проще стать рабом реального государя – наместника бога на земле. Монархии и церкви тысячелетиями шли рука об руку, конфликтуя в соперничестве за власть, но в целом образуя симбиоз.



Однако развитие цивилизации не остановить. Знания были нужны людям, поэтому в Европе наступила сначала эпоха Возрождения, когда астрономы, математики и философы вспомнили наследие греческих и римских учёных, а затем – эпоха Просвещения, которая принесла знания простому народу. Ламетри был одним из её пионеров. Он высказал множество передовых идей, которые потом подхватили другие учёные и философы. Поразительно, как тогдашняя Европа смогла родить столь смелый и глубокий ум.

– Вольнолюбивый Сен-Мало! – напомнил Андрей.

Эпоха Просвещения привела к тому, что в Европе начались народные восстания и революции против всевластия монархов и господства католической церкви. К середине XX века практически все монархии Европы потеряли неограниченную власть в своих странах. Католическая церковь тоже понесла серьёзный урон: от неё откололись протестанты, и возникло мощное атеистическое течение. Демократические государства официально отделились от церкви и, в основном, перестали поддерживать религиозные институты в обмен на их общественное влияние.

В XX веке ненависть к Ламетри сменилась глубоким интересом, и на разных языках стали выходить собрания его сочинений. В предисловии к такому собранию, изданному в Москве, философ Богуславский писал:

«Для невежественных, слабых, суеверных, чуждых подлинной добродетели, движимых лишь страхом и надеждой на призрачное счастье людей политики изобрели сказку об ином мире и воздаянии, обещающую блаженство тем, кто безропотно терпит, и муки тем, кто терпеть отказывается. Такие стимулы, говорит Ламетри, не нужны для людей просвещённых, сильных, обладающих подлинным величием души, для кого религия является тем, что она есть на самом деле, а именно басней».

Церковь учила: чем меньше веры в бога, тем меньше нравственности.

Философ Ламетри учил: нравственность падает там, где мало воспитания.

Жюльен Ламетри был первым смелым и свободным человеком в мире испуганных и скованных людей. Он считал, что религии разъединяют народы, а атеизм объединяет. В своём знаменитом сочинении «Человек-машина» он утверждал: «Человечество не будет счастливым до тех пор, пока не станет атеистичным. Если бы атеизм получил всеобщее распространение, то тогда все виды религии были бы уничтожены и подрезаны в корне. Прекратились бы религиозные войны, и перестало бы существовать ужасное религиозное воинство...»

– Мама, а ты атеист?

– Да.

– А почему другие люди верят в бога?

– Некоторые люди не могут расстаться с религией и верой в загробную жизнь. Страх перед смертью является главным страхом жизни у многих. А у кого-то он так силен, что отравляет всю жизнь. Я думаю, что именно это делает религию, обещающую счастье после смерти – взамен на послушание при жизни, – столь привлекательной для людей.

– А ты не боишься смерти, мама?

– Как биолог я понимаю, что за бессмертие можно и нужно бороться только с помощью науки. Это главное занятие моей жизни. Я прекрасно понимаю, что могу не успеть. Но если не мы, то наши дети получают от науки длинную и здоровую жизнь. Грустная мысль о смерти не парализует меня, а в запасе

есть два других вида бессмертия – вы, мои дети, которых я очень люблю и которые обязательно будут жить долго и счастливо. А ещё после меня останутся мои научные труды и книги, которые будут верно служить другим учёным и всем людям.

– Мама, я уверена, что учёные успеют решить проблему бессмертия, и ты будешь жить вечно!

– Я тоже несколько не сомневаюсь в своём бессмертии, но сейчас вам пора спать!

И Дзинтара, как обычно, поцеловала своих детей, уже лежащих в кроватях. Разве что сегодняшний поцелуй получился чуть крепче обычного.

Примечания для любопытных

Жюльен Офре де ла Метри (Ламетри) (1709–1751) – французский врач, философ и писатель. Первый атеист Европы, открыто отстаивавший свои взгляды.

«**Естественная история души**» («Трактат о душе») – первая философская книга Ламетри, изданная в Париже в 1745 году. 13 июля 1746 года книга была сожжена на Гревской площади по решению французского парламента. Автору пришлось бежать из ортодоксальной Франции в умеренные Нидерланды.

«**Человек-машина**» – вторая философская книга Ламетри, изданная в 1747 году в Нидерландах. Была запрещена Лейденской церковью и тоже приговорена к сожжению. Издателя оштрафовали, а автор в 1748 году был вынужден бежать из умеренных Нидерландов в Германию, под покровительство прусского короля, где и умер в 1751 году, написав ещё несколько философских работ («Человек-растение», «Анти-Сенека») и издав собрание своих философских сочинений.

Франсуа Мари Аруэ Вольтер (1694–1778) – знаменитый представитель эпохи

Просвещения, поэт, писатель, философ, историк. Беспощадный враг церкви и клерикалов.

Эпоха Возрождения (XIV–XVI века) – культурная эпоха, сменившая в Европе средневековую культуру. Характеризовалась возрождением интереса к наследию античных цивилизаций Греции и Рима, гуманизмом (интересом и уважением к человеку и его деятельности) и светскими (нерелигиозными) традициями.

Эпоха Просвещения (XVII–XVIII века) – время, когда в Европе стали широко распространяться научные знания и рационализм, атеизм и свободомыслие.

Атеизм – отсутствие веры в бога или богов. Атеисты убеждены в самодостаточности природы и отсутствии сверхъестественных явлений.

Естествоиспытатель – человек, исследующий окружающие природные явления и объекты: животных, растения, минералы, звёзды и т. д.

Симбиоз – сожительство или взаимодействие организмов разных видов, часто выгодное участникам. Например, муравей защищает тлю, а она кормит его сладким соком.

Сказка про смелого мальчика Джеймса и доктора Дженнера, победивших чёрного дракона оспы

Оспа – страшное заболевание, от которого по всему миру умерли сотни миллионов людей. В восьмом веке в Японии от этой болезни умерло 30 % населения, а смертность в городах достигала 70 %. Оспа обезображивала лица людей корявыми оспинами, многие переболевшие слепли. Смертность среди детей была особенно высока. В девятом веке, во время нашествия на Париж, оспа распространилась в норманнском войске. Король норманнов Коббо, спасаясь от заразы, велел убить всех больных и тех, кто находился рядом с ними. В Средние века в Европе от оспы умирало полтора миллиона человек в год, а болели почти все. У немцев даже родилась поговорка: «Немногие избегают оспы и любви».

От врачей требовали лекарства, но его не было. Ни молитвы, ни талисманы не спасали от оспы: ею заболели и бедняки, и короли.

Бургундская королева Аустригильда, умирая, попросила короля казнить её врачей, что он и сделал.

Известный английский историк Томас Маколей писал: «...Оспа неотступно пребывала между нами, наполняя кладбища покойниками, терзая постоянным страхом всех тех, которые ещё не болели ею, оставляя на лицах людей, жизнь которых она пощадила, безобразные знаки, как клеймо своего могущества, делая ребёнка неузнаваемым для родной матери, превращая красавицу невесту в предмет отвращения в глазах жениха».

В 34 года от оспы умер японский император Хигасияма; английская королева Мария II и австрийский император Иосиф I скончались от этой болезни в возрасте 32 лет; испанский король Луис I – в семнадцатилетнем возрасте; российский император Петр II – в 14 лет.

– В 14 лет... – вздохнул Андрей.

Дзинтара сказала с печалью в голосе:

– Все они были молоды и красивы, полны сил и надежд. Их жизни отняла прожорливая стая ничтожных вирусов оспы, которых и живыми существами-то назвать трудно, так – саморазмножающиеся молекулы.

Раз оспа убила стольких королей и императоров, легко представить, сколько бедняков погибло от «чёрного мора».

В XVI веке от оспы чуть не умер великий Кеплер, который провел детство в бедности. Из-за болезни у него сильно ослабло зрение, и он стал астрономом-теоретиком, а не наблюдателем.

Важным шагом к спасению от этой напасти стали прививки, которые распространились в Европе в начале XVIII века. Детям прививали натуральную оспу, но в ослабленном виде. К сожалению, от такой прививки многие люди заболели опасной формой оспы и оставались обезображенными, а каждый пятидесятый ребенок всё равно умирал.

– Каждый пятидесятый даже после прививки? – ужаснулась Галатея. – Это же огромное количество детей по всему миру!

Дзинтара согласилась:

– Да, от прививки натуральной оспы в Европе каждый год умирали сотни тысяч мальчиков и девочек. Кто мог спасти этих детей, если все усилия врачей и родителей оказались бессильными?

Детей и взрослых спасли восьмилетний мальчик Джеймс Фиппс и сельский доктор Дженнер.

Эдвард Дженнер родился в середине XVIII века в Англии и получил медицинское образование в Лондоне. Уже в 12 лет его отдали учиться на хирурга.

– В 12 лет? – удивился Андрей и стал подсчитывать в уме, сколько ему осталось до этого возраста.

Дженнер получил хорошее образование и практику, в 28 лет стал работать сельским врачом в Глостершире. Единственный врач в округе, он помогал своим пациентам днём и ночью. И очень часто сталкивался со смертью пациентов от оспы, испытывая чувство беспомощности и горечи.

Будучи человеком наблюдательным и любознательным, Дженнер обратил внимание на бытовавшее в народе мнение, что люди, переболевшие оспой коров, не заболевают натуральной оспой.

Коровья оспа, которой часто болели доярки, была неопасна для человека – она лишь оставляла лёгкие следы на руках. Дженнер стал изучать медицинские книги, в которых описывался опыт оспопрививания по всему миру, а также народные методы борьбы с этой смертельной болезнью.

Размышляя об опасности прививок натуральной оспой, Дженнер, который в детстве сам был привит таким образом, решил, что стоит попробовать искусственно заразить человека коровьей оспой и тем самым спасти его от заболевания натуральной чёрной оспой.

14 мая 1796 года Дженнер, уже опытный 47-летний врач, получивший учёную степень в университете, решается на эксперимент, участником которого становится ещё не привитый от оспы мальчик Джеймс Фиппс восьми лет – сын садовника, работавшего у Дженнера.

Доктор воспользовался тем, что доярка Сарра Нелсис недавно заразилась коровьей оспой, и у неё на руке появилось несколько пузырьков. Их содержимое Дженнер втёр в царапину на теле Джеймса.

Вирусная инфекция распространилась по организму мальчика, и Джеймс почувствовал легкое недомогание. Через несколько дней оно прошло, как обычно бывает при заболевании коровьей оспой. Но получил ли Джеймс иммунитет против настоящей чёрной оспы?



Для проверки нужно было заразить Джеймса натуральной оспой, смертельно опасной для человека. Через полтора месяца Дженнер привил Джеймсу Фиппсу человеческую оспу, ставя на кон его жизнь и свою репутацию. Вирус опасной болезни проник в организм мальчика. Дженнер с тревогой наблюдал за ним, переживая, как ещё никогда в своей жизни.

– Я бы тоже переживал, будучи доктором Дженнером! – воскликнул Андрей.

– Я бы больше нервничала на месте Джеймса! – возразила Галатея.

Всё закончилось благополучно: организм мальчика справился с нашествием смертельного врага и подавил опасную инфекцию, от которой не существовало никакого лекарства.

Дженнер с радостью убедился, что оспа у Джеймса не развилась. Но нужно было подтвердить, что иммунитет, полученный мальчиком, стабилен – обычные прививки натуральной оспой не всегда

приводили к устойчивому иммунитету. Через несколько месяцев Дженнер сделал Джеймсу вторую прививку оспы, и организм мальчика снова легко справился со смертельной инфекцией.

Спустя пять лет Дженнер провёл контрольный эксперимент и в третий раз привил тринадцатилетнему подростку Джеймсу чёрную оспу. Результат получился тот же – краснощёкий Джеймс остался здоров! Переболев в детстве коровьей оспой, он получил постоянный иммунитет от «чёрного мора».

На основе своих 25-летних исследований, включающих главный опыт с мальчиком Джеймсом Фиппсом, Дженнер написал большую научную работу «Исследование причин и действие коровьей оспы», в которой собрал убедительные доказательства эффективности метода прививания коровьей оспой. Метод Дженнера – Фиппса мог спасти миллионы детей.

– Он и мальчик Джеймс должны были прославиться после этого! – сказали хором Андрей и Галатея.

Дзинтара усмехнулась...

В ответ на свою работу Дженнер получил непонимание, насмешки и травлю со стороны учёных и широкой общественности. Лондонское королевское общество возвратило написанный им труд с предостережением «не компрометировать своей научной репутации подобными статьями». Доктору пришлось печатать работу на свои деньги.

Прививки коровьей оспы с негодованием встретило духовенство. Религиозные люди считали смерть от оспы или изуродованное болезнью лицо «божьим наказанием», поэтому попытка его избежать с помощью фокусов с коровьими болячками воспринималась болезненнее оспы.

Однако многочисленные случаи смерти от оспы заставляли людей всё чаще применять опыт Дженнера. Особенно энергично взялись за дело военные, чьи потери из-за болезни были часто больше, чем от врага. Оспопрививание по методу Дженнера ввели в британской армии, а затем на флоте. Дженнер свободно распространял свою технику вакцинации по всему миру, не предпринимая попытки оформить на неё патент или ещё каким-то способом извлечь личную выгоду.

Признавая выдающиеся заслуги Дженнера, британский парламент наградил его премией в 30 000 фунтов стерлингов – по тем временам целым состоянием. В 1803 году в Лондоне были основаны Королевское Дженнеровское общество и Институт оспопрививания (Дженнеровский институт). Дженнер стал их первым, и пожизненным руководителем. Ему воздвигли памятники в бронзе и мраморе.



Понимая роль Фиппса в развитии метода оспопрививания, Дженнер подарил ему, к тому времени уже семейному человеку и отцу двух детей, коттедж, где сейчас располагается музей.

Умер Дженнер 26 января 1823 года в зените славы. Мальчик Джеймс Фиппс не получил и малой её доли, но будем помнить и о нём, потому что именно он, рискуя своей жизнью, спас многих людей от страшной опасности.

В настоящее время оспа полностью побеждена на планете Земля.

Дети по всему миру перестали умирать от «чёрного мора» благодаря мальчику Джеймсу и доктору Дженнеру.

Примечания для любопытных

Томас Бабингтон Маколей (1800–1859) – известный британский политик, историк и поэт.

Эдвард Антони Дженнер (1749–1823) – знаменитый английский врач, разработавший первую безопасную вакцину против оспы.

Джеймс Фиппс – малоизвестный английский мальчик, который с риском для жизни испытал на себе новую вакцину доктора Дженнера. В течение жизни Джеймсу двадцать раз делали инъекцию смертельно опасной натуральной оспы, но он не заболел.

Иммунитет – невосприимчивость организма к какой-либо болезни.

Оспа, или чёрная оспа, – болезнь, вызванная вирусом оспы, от которой погибло множество людей во всем мире. Только в XX веке от неё умерло от 300 до 500 миллионов человек. Оспе удалось победить с помощью прививок, разработанных доктором Дженнером и испытанных мальчиком Джеймсом Фиппсом. С 1978 года страшная болезнь считается полностью ликвидированной на всей планете.

Хигасияма (1675–1710) – японский император, умерший от оспы. Чуть не потерял власть после истории с 47 ронинами – воинами-самураями, отомстившими за смерть своего господина Асано Наганори.

Мария II (1662–1694) – английская королева, умершая от оспы. Во время её правления был принят «Билль о правах 1689 года» – одна из главных частей британской конституции.

Иосиф I (1678–1711) – австрийский император, носивший титул императора Священной Римской империи, умерший от оспы. Умный и образованный правитель, терпимый к иноверцам. Дал протестантам Силезии свободу вероисповедания.

Луис I (1707–1724) – испанский король. Правил всего семь месяцев, после чего умер от оспы.

Петр II (1715–1730) – российский император. Внук Петра I Великого (1672–1725). Вступил на престол в 11 лет и умер от оспы в 14.

Иоганн Кеплер (1571–1630) – великий немецкий астроном, открыватель законов движения планет. Придворный астроном Рудольфа II (1552–1612), императора Священной Римской империи. Переболел в детстве оспой, которая чуть его не убила и ослабила зрение.

Сказка об электрике Максвелле и его ручном демоне

– Никки, расскажи нам про электричество, – попросила Галатея. – А то Андрей мне плохо объяснил, что такое ток.

– Я хорошо объяснил, это ты плохо поняла, – возразил её старший брат Андрей.

– Электрический ток – не простая штука, – усмехнулась королева Никки, которая приехала в гости к принцессе Дзинтаре и по традиции рассказывала новую историю её детям. – Электричество – настолько важная технология, что XX век часто называют «эпохой электричества». XIX век стал переломным между царством паровых машин и технологиями современности, основанными на бесчисленных электрических устройствах, компьютерах, космических ракетах и атомной энергии.

В превращении электричества из диковинки в движущую силу цивилизации важнейшую роль сыграл один человек, о котором я вам сейчас расскажу.

Природные электрические явления были хорошо известны даже первобытным людям. Например, молния и гром. Молния – это световая вспышка из-за разряда атмосферного электричества, а гром – его звуковое сопровождение.

– А какие ещё природные явления связаны с электричеством? – полюбопытствовала Галатея.

– Полярные сияния. Они генерируются потоками электронов и протонов, летящих от Солнца и попадающих в ловушку магнитосферы Земли. Это своего рода заземление космического электричества.

Красивое свечение рождается, когда облака заряженных солнечных частиц, накопленные в радиационных поясах Земли, переполняют их и врезаются в нашу атмосферу.

Лучше вы сами вспомните какой-нибудь природный электрический феномен.

Дети задумались.

– Компас! – воскликнул Андрей. – Его стрелка направлена на северный магнитный полюс.

– Верно, – согласилась Никки. – Поворачивающаяся магнитная стрелка компаса связывает электрические явления на микроуровне и в глобальных масштабах Земли.

– Как так? – переспросила Галатея.

– Магнитные свойства металлической стрелки связаны с движением электронов в её атомах, а магнитное поле нашей планеты вызвано электрическими токами в реках расплавленного металла в центре Земли. И когда маленькая стрелка в прозрачной коробочке поворачивается на север, она соединяет эффекты микромира и планетарные процессы.

Андрей победно посмотрел на Галатею: «Какой замечательный пример я нашёл!» Та сердито покраснела и выпалила:

– А меня часто жалят электрические разряды, когда я надеваю шерстяной свитер или трогаю металлическую дверцу автомобиля!

– Отлично! – Никки похвалила Галатею. – Трение, например, янтаря о шерсть вызывает электризацию – из-за этого к янтарию притягиваются мелкие бумажки. Данное явление стали использовать в XIX веке, создавая электрофорные машины, которые накапливали заряд на больших металлических шарах.

– Я видела молнии между такими шарами! – крикнула Галатея с сияющими глазами.

Никки одобительно кивнула.

– К XIX веку многие учёные изучали электричество и магнетизм. Одни исследовали статические заряды на шарах, другие – электрические токи в проводах, и как они взаимодействуют с намагниченной стрелкой компаса. Но как связаны многочисленные электромагнитные явления друг с другом, оставалось загадкой.

В XIX веке в Шотландии в семье владельца большого поместья под Эдинбургом родился мальчик Джеймс. Он рос любознательным и был окружен разными научными диковинами того времени. До десяти лет получал домашнее образование, а затем пошёл в школу.

Позже юноша учился в Эдинбургском и Кембриджском университетах.

О напряжённом режиме учебы, который Максвелл сам себе устроил, свидетельствует следующий факт.

Получив сообщение об обязательном посещении утреннего богослужения в Кембридже, он сказал: «Я в это время только ложусь спать». Максвелл проявил себя настоящим гением в науке: занимался астрономией и устойчивостью колец Сатурна, созданием основ цветной фотографии и теорией движения молекул в газах – все физики мира знают «распределение Максвелла», которому подчиняется, например, распределение молекул газа по скоростям.

– Я слышал про «демона Максвелла»! – выпалил Андрей.

– Да, это забавное существо придумал Максвелл для одного из своих мысленных экспериментов. Берём сосуд с газом и делим его пополам стенкой, в которой всего одна крохотная дверца. Ставим возле неё швейцара-демона, молниеносно открывающего дверцу перед быстрыми частицами, которые летят из левой части сосуда в правую, и перед медленными молекулами, которые двигаются из правой части в левую, и захлопывающего дверь «перед носом» остальных частиц. Постепенно работа демона приведёт к тому, что справа накопится горячий газ с быстрыми молекулами, слева – холодный газ с медленными молекулами. Если сделать дверцу очень легкой, работа демона будет нетрудной. Зато сколько пользы она может принести! Хотя при этом нарушаются важные законы физики, что и сделало работу демона парадоксальной.

– Заставив работать демона Максвелла, можно сделать бесплатный холодильник! – засмеялась Галатея.

– И бесплатный кипятильник! – поддержал её Андрей.

– Учёные потратили немало сил на обсуждение хитроумного демона Максвелла, пока не поняли, что ни один демон даром работать не будет, всё равно потребует плату.



Максвелл очень увлёкся математической задачей описания электромагнитных явлений, но никак не мог связать покоящиеся заряды и токи в проводах. Он был хорошим математиком, любил создавать математические теории для природных явлений и говорил: «Если вы окажетесь где-то неправы, природа сама скажет вам об этом».

Много усилий Максвелл потратил на запись уравнений, которые описывали бы все известные магнитные и электрические явления. В конце концов ему это удалось!

– Все-все явления? – недоверчиво спросила Галатея.

– Все-все, причем не только известные, но и ещё не открытые.

Труды Максвелла, Герца и других физиков доказали, что электричество наблюдается в природе в самых разных формах: накапливается в атмосферных тучах и разряжается молниями при грозах, течёт в подземной расплавленной магме, заставляя компасы смотреть на север, и возникает в кипении звёздной материи. Тучи пепла электризуются не хуже дождевых облаков, поэтому извержения вулканов тоже сопровождаются мощными молниями. Электричество – удивительный природный феномен, который человек сумел приручить и превратил в самую распространенную технологию современной цивилизации.

– Что же такое электрический ток? – спросила Галатея.

– Это одновременно очень простой и сложный вопрос. В учебниках написано, что электрический ток – это направленное движение электронов по проводам. Более того, некоторые так и думают! Но, если щелкнуть выключателем на стене, электроны из него дойдут до люстры – предположим, что мы используем постоянный, то есть не меняющий своего направления ток – часов за десять.

– Как же так? – опешила Галатея. – Лампочка-то зажигается сразу!

– Верно! Но факт остается фактом – электроны двигаются со скоростями примерно миллиметр в секунду. А если мы учтём, что в обычной бытовой сети электрический ток переменный, со сменой направления пятьдесят раз в секунду, электроны из выключателя вообще никуда не денутся, а будут дергаться туда-сюда на ничтожном (с нашей точки зрения) участке провода.

– И как лампочка узнала, что ей пора зажигаться? – недоумевала Галатея.

– Чтобы понять, что такое электрический ток, давайте расставим десять солдат по десятикилометровой линии на расстоянии километра друг от друга. Все они смотрят в одну сторону, как и полагается в строю, и внимательно прислушиваются. Последний солдат кричит: «Марш!» – и начинает двигаться вперед. Следующий солдат, уловив еле слышную команду первого, прилетевшую сзади, немедленно громко её повторяет: «Марш!» – и тоже начинает шагать – и так до конца, пока первый в строю солдат не начнёт маршировать, услышав команду предыдущего. Звук проходит километровую дистанцию за три секунды (попробуйте понаблюдать издали за человеком, который рубит дрова), то есть команда «Марш!» пройдёт десять километров за полминуты.

За это время первый солдат прошагает всего метров сорок. Если приравнять медленных солдат к электронам, а быструю команду, которую они передают друг другу, – к электромагнитному полю, мы поймём, почему электроны двигаются медленно, но начинают движение по всему проводу довольно дружно. Поэтому и лампочка, не дожидаясь медлительных электронов из розетки, загорается сразу – вернее, электроны, получив команду электромагнитного поля, которое распространяется по проволоке со скоростью триста тысяч километров в секунду, начинают двигаться по всему металлическому проводу – и по самой лампе – практически одновременно.

– Триста тысяч километров в секунду? – прищурился Андрей. – Это же всем известная скорость света! Она случайно оказалась равна скорости распространения электричества по проводам?

– Конечно, нет! – воскликнула Никки.

Главная заслуга Максвелла заключается не только в том, что он привёл в порядок известные законы электродинамики. Создавая свою систему уравнений, Максвелл заметил, что ей не хватает красоты.

Поэтому он добавил в одно из уравнений слагаемое, приводившее к симметрии между электрическим и магнитным полями! Ни один из выполненных к тому времени экспериментов не вынуждал его к такому шагу. Но математически красивая теория имеет больше шансов оказаться правильной. Красота и симметрия стали путеводными звездами физиков-теоретиков, указывающими дорогу в мир неизведанного.

После дополнения Максвеллу открылось чудо: оказывается, для существования электрических и магнитных полей не обязательно наличие зарядов и токов! Электрические и магнитные поля, не привязанные к зарядам и токам, могут перемещаться даже в пустом пространстве, в чистейшем вакууме. Такие поля имеют вид бегущих волн, причем электрическое и магнитное поля в такой волне не существуют одно без другого – они тесно переплетаются, перетекают друг в друга во время полёта в пространстве. Уравнения Максвелла утверждали, что скорость распространения данной волны равна скорости света в вакууме.

Тогда Максвелл решился на удивительное утверждение: заявил, что эти электромагнитные волны и есть свет, который рождается Солнцем и свечой, молнией и светляком.

– Ух! – выдохнула взволнованная Галатея. – Значит, красивый светлячок – тоже электрическое явление!

– Но ведь это всего лишь предположение Максвелла, – Андрей был настроен скептически. – Откуда мы знаем, что Максвелл прав, и его уравнения верно описывают солнечный свет?

– Правильный вопрос! – похвалила Никки. – Хорошая теория должна не только описывать уже известные факты, но и предсказывать новые, причем предсказание должно быть конкретным, чтобы сказать экспериментаторам: «Ищите!» И если результат эксперимента согласуется с предсказанием теории, это подтверждает правоту теоретика.

Галатея с укоризной посмотрела на Андрея. Она не сомневалась, что предсказания такого умного физика, как Максвелл, который повелевает даже демонами, выдержат самую суровую экспериментальную проверку.

Для подтверждения гениальной догадки Максвелла остался один шаг: породить электромагнитные волны экспериментально, управляя зарядами и токами с помощью проводов, магнитов и батареек. Эту задачу решил другой гениальный физик – Генрих Герц. Он сумел создать и зарегистрировать электромагнитные волны более низкой частоты, чем световые. Такие волны мы теперь называем радиоволнами. В честь Герца частота колебаний стала измеряться в «герцах» – это количество колебаний в секунду.

Например, в герцах измеряется частота тока в обычной бытовой электросети. Там течет переменный ток, меняющий своё направление с частотой 50 герц.

Никки посмотрела на внимательно слушающую её девочку:

– Вернёмся к твоему хорошему вопросу о природе электрического тока, Галатея.

Хотя электромагнитное поле мчится вдоль провода очень быстро, а электроны ползут по металлическому проводу со скоростью улитки, они тесно связаны. Поэтому электрический ток, идущий по проводам, – проявление совместного движения медленных электронов и быстрого электромагнитного поля. Это самый простой ответ. Но, если копнуть глубже, а это очень увлекательное занятие в любой деятельности, даже ток в обычной квартирной электросети окажется очень сложным атомным явлением.

Зададимся вопросом: как работает электрический ток в нашем доме? Не будем трогать сложные устройства, рассмотрим обычную спираль на электрической плите или в утюге, которая разогревается при прохождении через неё электрического тока. Что происходит между электронами и металлической спиралью, отчего она становится «сердита и горяча»?

Никогда не играли в футбол в лесу, состоящем из мачтовых сосен? Попробуйте как-нибудь. Поставьте перед собой простую задачу – сильными ударами по мячу переправить его на расстояние в сотню метров. Эта задача, простая для обычного футбольного поля, в лесу превращается в трудновыполнимую: пиная мяч, вы обнаружите, что при каждом ударе он попадает в дерево и отклоняется назад или в сторону. Только ваши ноги придают ему нужное направление движения, а деревья стараются его рассеять или отбить назад. Когда вы выполните поставленную задачу, вытрите пот и обернитесь – посмотрите на пройденный путь.



Мяч играл роль электрона, вы – электромагнитного поля, ускоряющего его в нужном направлении, а стволы сосен изображали атомы металла, которые рассеивают электроны, мешая им двигаться.

Энергия, которую электромагнитное поле (в виде футболиста) затратило на проталкивание электрона сквозь плотные «заросли» атомов, выделяется на проводе в виде тепла или колебания атомов.

– То есть от попадания мяча сосны начнут качаться? Это и есть аналог выделяющегося на атомах тепла? – спросил Андрей, улыбаясь.

– Верно!

Закон известного физика Ома связывает сопротивление материала спирали, напряжение и силу электрического тока. Это феноменологический закон, сформулированный на основе многочисленных опытов, но без прояснения внутренних процессов. Описать точно электрическое сопротивление можно лишь в рамках квантовой механики, которая во времена Ома не существовала. Мы жарим яичницу и гладим брюки на квантовом тепле, которое появилось из-за сложных взаимоотношений электронов, атомов и электромагнитного поля.

Однако уже в XIX веке электрические лампы освещали крупные города, а по их улицам бежали первые трамваи. Если мы осмотримся в современной городской квартире, обнаружим, что она буквально опутана электрической сетью! В стенах нашего жилища можно найти десятки электрических розеток. Именно сюда, в маленькие сдвоенные дырочки, человек загнал неуправляемую, на первый взгляд, силу, которая с грохотом раскалывает небосвод по время гроз и заставляет полярные небеса полыхать космическим огнём.

Древние греки полагали, что громовержец Зевс владеет молниями. Современные учёные и инженеры могучи, как боги: они приручили дикие молнии Зевса, заставили их течь по проводам и крутить моторы.

Каждый организм жив, пока получает энергию извне. В этом наши дома похожи на живые организмы – им тоже для функционирования нужна энергия, и они получают её по металлической проволоке. По ней движется электрический ток, который зажигает лампочки, заставляет работать холодильник, телевизор, телефон, пылесос, электроплиту и множество других «обитателей» домов, питающихся электричеством.

Радио, телевидение, компьютеры, мобильные телефоны – всё это возникло благодаря Максвеллу и его уравнениям, которым подчиняются электромагнитные поля звёзд и северных сияний, электрических розеток и компьютерных процессоров.

Но многие люди забывают о заслугах учёных, когда пользуются благами науки и после вкусного завтрака садятся за компьютер. Так происходит потому, что мало кто понимает, какие процессы протекают в проводах и лампах и какую огромную роль в создании телевизоров и компьютеров сыграли уравнения Максвелла.

Примечания для любопытных

Джеймс Максвелл (1831–1879) – великий британский физик, шотландец по происхождению. Заложил основы классической электродинамики.

Генрих Герц (1857–1894) – знаменитый немецкий физик. Опираясь на предсказания теории Максвелла, сумел сгенерировать электромагнитные волны электротехническими методами. Так он не только подтвердил справедливость уравнений Максвелла, но и заложил основы радиосвязи.

Георг Ом (1789–1854) – знаменитый немецкий физик. Открыл закон, связывающий напряжение и силу тока с сопротивлением проводника, которое сейчас измеряется в омах.

Сказка об инженере Яблочкове, осветившем Европу русским светом

Железнодорожный состав с царской семьей должен был отправиться из Москвы в Крым. Возле лакированных вагонов толпилась необычная для вокзала публика. Мужчины курили и блестели военными кортиками, золотыми эполетами и бриллиантовыми орденами. Придворные дамы в пышных платьях и тонких перчатках с кружевами впархивали в вагоны. За ними тащились служанки с саквояжами.

Возле пытящего паровоза стоял настоящий генерал – с усами и свирепым лицом – и что-то приказывал робевшему машинисту, пытя не хуже паровоза. Тот сразу со всем соглашался, не очень-то запоминая, что ему говорят.

Генерал представил паровозной бригаде стоявшего рядом с ним бородатого человека с огромным фонарём и какими-то ящиками:

– Это военный инженер Павел Николаевич Яблочков, он будет обеспечивать работу электрического прожектора на паровозе.

Машинист кивал, слабо понимая, что такое «электрический прожектор». Сам генерал тоже не очень хорошо себе его представлял – раньше паровозы не оснащались этой штуковиной.

Наконец, кондуктор засвистел отправление. Пассажиры, бряцая шпорами, не спеша зашли в вагоны, и поезд тронулся. До темноты было ещё далеко, и Яблочков пристроился в уголке, возился со своими приборами.

Пожилой кочегар закрыл паровозную топку, куда только что забросил несколько лопат угля, вытер со лба пот и спросил нового попутчика:

– Мил человек, ты объясни, как энта лампа гореть будет? На керосине али как?

Инженер охотно ответил:

– Она будет гореть на электричестве. Есть такая сила, которая течёт по проводам и вызывает электрическую дугу. Может, когда-нибудь электричество и поезда будет двигать.

– Вона чего придумали, учёные господа... – протянул чумазый кочегар. – Значит, кочегары без работы останутся? Э-хе-хе... – И он снова открыл закопчённую дверцу паровозной топки.

Инженер перебрался на узкую площадку впереди паровоза и начал пристраивать себя, лампу и электрические провода от генератора тока.

Хорошо сидеть впереди паровоза, когда навстречу летят стальные рельсы, зелёные деревья и тёплый ветер! Но когда нужно ехать на этой площадке всю ночь, да ещё возиться с капризной лампой...

Угольная дуговая лампа конструкции известного инженера Лодыгина действительно была капризной: электрическая дуга возникала между электродами, концы которых были расположены на небольшом расстоянии друг от друга. При горении дуга быстро «съедала» электроды – они укорачивались, и расстояние между ними увеличивалось. Чтобы дуга не гасла, приходилось всё время выдвигать

электроды навстречу друг другу. От яркой дуги болели глаза, а от постоянного ветра они слезились. Лодыгин запатентовал и электрическую лампу накаливания с железной проволокой внутри, но она оказалась слишком тусклой и не получила распространения. Принцип действия лампы накаливания был передовой, но свет дают не физические принципы, а их эффективные инженерные воплощения.



Инженер Яблочков со своей задачей справился и всю дорогу до Крыма освещал поезду путь в ночное время. Однако ему стало очевидно, что капризное устройство не получит широкого применения, — требовалась новая конструкция электрической лампы.

Отставной военный инженер Яблочков стал думать...

Если концы длинных электродов, между которыми возникает дуга, расположить не навстречу друг другу, а под углом? Тогда дуга между ними будет гореть дольше, потому что расстояние между сгорающими электродами будет увеличиваться медленнее. А если взять параллельные электроды? Но где тогда будет гореть дуга, которая раньше формировалась на самом коротком расстоянии между электродами — на их концах, — потому что само пространство изолировало другие, более удалённые друг от друга участки электрода?

А если заменить пространство изолятором и разместить его между электродами, оставив свободными только их концы? Тогда дуга послушно возникнет на концах электродов. Но когда она дойдёт до изолятора, погаснет. Как быть?

Инженер глубоко задумался.

Эврика!!! Нужно взять изолятор, который сам не горит, но разрушается в дуге – например, гипс. Тогда дуга будет сама освобождать электроды для горения.

Воодушевлённый Яблочков стал искать нужную комбинацию электродов и изолятора. В это время он оказался в Париже, где у него появилась возможность провести самые тонкие и сложные эксперименты. В ходе опытов Яблочков обнаружил, что наилучшим изолятором для его лампы является белая глина – каолин.

В конце концов инженер добился своего – создал дуговую лампу, которая не требует регуляторов. В своей лампе Павел Яблочков заставил молнию работать на человека. Дуга надёжно светила два часа, пока не сгорали электроды. Потом их просто заменяли.

Эх, такую бы лампу ему тогда, когда он ёжился от ветра на крохотной передней площадке мчащегося в ночи паровоза...

15 апреля 1876 года в Лондоне проходила международная техническая выставка. Все улицы Лондона в то время освещали тусклые газовые фонари. Такие же голубые язычки пламени горели и в лампах внутри обширного павильона выставки. Возле одного из стендов инженер Яблочков устанавливал генератор электрического тока и четыре лампы новой конструкции. Вокруг толпились посетители выставки, обсуждавшие таинственные приборы.

Наконец все приготовления закончены. Яблочков повернул рубильник... – и огромное помещение озарилось ярким белым светом, будто сумрачный вечер сменился ярким днём.

Публика пришла в восторг! Газеты дружно зашумели о «русском электрическом свете» и чудесном изобретении инженера Яблочкова.

Следующие пять лет были триумфальными в жизни русского учёного – лампа Яблочкова распространилась по миру с быстротой степного пожара. Уже через несколько месяцев чудесные лампы осветили центры Парижа, Лондона, Берлина, Санкт-Петербурга, Вены, Рима, Сан-Франциско и Рио-де-Жанейро, военные крейсера и фешенебельные магазины, петербургские театры и парижские ипподромы, яхту русского императора и дворец персидского шаха. Яблочкова пригласили в разные научные сообщества, а Франция наградила его орденом Почетного легиона.



Дуговые лампы хорошо продавались, инженер разбогател и стал миллионером. В эти же годы он создал ряд новых электрических устройств – генератор переменного тока и трансформатор.

Через несколько лет дуговая лампа Яблочкова стала устаревать. Электрическими лампами занялся американец Томас Эдисон в своей прекрасно оборудованной лаборатории, где работало множество помощников. Он пошёл не по пути дуговой лампы, наилучшую конструкцию которой разработал Яблочков, а стал конструировать долгоживущую лампу накаливания, где светился раскалённый электричеством проводок.

В поиске долгоживущего элемента накаливания для своей лампы Эдисон перебрал шесть тысяч образцов, пока не остановился на обугленной бамбуковой нити. При проверке характеристик нового угольного элемента накаливания Эдисон провёл в лаборатории 45 часов без отдыха.

– Как ему удалось так долго не спать? – поразились Галатея.

Дзинтара пожала плечами:

– Привычка и энтузиазм!

Эдисон позже вспоминал, что до 50 лет работал в среднем по 19,5 часа в день. Трудолюбивому учёному удалось создать лампу накаливания, которая могла гореть 40 часов. В итоге лампа накаливания окончательно победила газовое освещение на улицах городов.

Романтическая лампа Яблочкова, где в течение двух часов горела «прирученная молния», была вытеснена практичной лампой Эдисона с раскалённой угольной проволочкой, которая могла светить в двадцать раз дольше. Но именно русский инженер показал миру, насколько красив и ярок может быть электрический свет.

В деле создания современной лампы накаливания русский инженер Лодыгин перехватил инициативу у Эдисона и нашёл для нити накаливания более подходящий материал – вольфрам, который увеличил срок службы лампы до многих месяцев. Он же предложил завивать вольфрамовую проволочку в виде спирали. Первые американские лампы с вольфрамовой спиралью были изготовлены по патенту Лодыгина. Сначала их распространение сдерживалось дороговизной вольфрама, но, когда были разработаны более дешёвые методы его получения, вольфрамовая лампа завоевала весь мир.

Раскалённые проволочки вольфрама быстро окислялись на воздухе, поэтому лампы стали забирать в стеклянные колбы, откуда откачивали воздух, создавая вакуум, или накачивали в них инертный газ аргон. Стеклообразные колбы вокруг раскалённой спирали заодно уменьшили число пожаров.

Лампа электрического освещения заняла особое место в человеческой цивилизации. А в истории создания современной электрической лампы особое место занимают три изобретателя-сверстника – Яблочков, Эдисон и Лодыгин.

* * *

Так движется вперед цивилизация: ученые вроде Максвелла пишут уравнения и проводят опыты, а инженеры, как Яблочков, Эдисон и Лодыгин, на основе их научных достижений создают устройства, полезные для всех землян.

– Под электрической лампой так хорошо вечером читать сказки!

– Верно, Галатея.

Примечания для любопытных

Павел Николаевич Яблочков (1847–1894) – русский изобретатель лампы, в которой в течение двух часов горела электрическая дуга.

Томас Альва Эдисон (1847–1931) – американский изобретатель, обладатель более тысячи патентов. Создал лампу накаливания, которая служила 40 часов.

Александр Николаевич Лодыгин (1847–1923) – русский изобретатель первых дуговых ламп и долгоживущей лампы накаливания с вольфрамовой спиралью.

Сказка о том, как монах Мендель нашёл великий закон на грядке с горохом

Жужжали пчёлы, деловито облетая цветы в поисках нектара. Цветы не возражали, а наоборот, старались привлечь крылатых тружеников сладким запахом и яркими красками. Летнее кипение белых, синих, красных, жёлтых цветов – настолько привычное зрелище, что люди редко его замечают. И тем более, равнодушны к таким пустякам крестьяне, работающие с утра до вечера – не меньше озабоченных пчёл.

Мальчик Йохан тоже был из крестьян. Его семья владела фермой уже 130 лет. Здесь деды и прадеды Йохана провели свою жизнь в неустанных трудах и заботах. Мальчик со своими сестрами – младшей Терезой и старшей Вероникой – тоже работал целый день, ухаживал за садом и пчёлами. Но, в отличие от других, он не потерял способность удивляться окружающей природе.

«Почему одни цветы красные, а другие белые? А васильки всегда синие? Откуда семечко знает, что оно должно дать синий, а не жёлтый цветок? Ведь котята у кошки не всегда похожи на неё по цвету шерсти. Почему?»

– Действительно, почему? – спросила Галатея маму, читающую очередную сказку.

– Это хороший вопрос, и сейчас мы попытаемся на него ответить. Но меня волнует другое: почему рано или поздно среди тысяч обычных мальчиков и девочек обязательно появляется необычный подросток, который не только задаётся странными вопросами, но и готов потратить жизнь на поиски ответов на них? Именно такие дети открывают истины, которые никто до них не мог найти.

Мальчик Йохан окончил гимназию и стал мечтать об университете. Ферма кормила семью, но богатства не давала, поэтому денег на полный университетский курс у Йохана не было. В 20 лет юноша ушёл в монахи в католический монастырь города Брно. В монастыре имелась хорошая библиотека, а также сад и школа, где требовались преподаватели физики и биологии. Йохан, принявший монашеское имя Грегор, впитывал знания, как губка, и хотел стать преподавателем. Талантливому юношу поддержал аббат Кирилл Нэпп и отправил его учиться на два года в Венский университет за счет монастыря. Там учителями Менделя были известный ботаник-цитолог Унгер и знаменитый физик Доплер.

После университета Мендель пытался получить диплом преподавателя, но два раза подряд провалился на экзамене именно по биологии.

– Почему? – изумилась Галатея. – Ведь он так любил и знал биологию!

– Детали этой истории неизвестны. Вероятно, экзаменаторы были слишком консервативны или сказалось отсутствие у Менделя систематического образования.

В итоге Мендель, которому к тому времени исполнилось 34 года, оказался на распутье: в преподаватели его не взяли, и официально заниматься наукой он не мог.

Ему снова помог аббат монастыря в Брно. Пожилой Нэпп и молодой монах Мендель долго разговаривали, сидя на скамейке в монастырском саду, в окружении цветов и пчёл, и эти разговоры стали решающими в жизни молодого учёного. Он вернулся в аббатство и стал самостоятельно заниматься наукой в монастырском саду. Этот сад в два гектара превратился в главную лабораторию исследователя. Здесь Мендель начал искать ответ на вопрос, который волновал его с детства: «Почему одни цветы красные, а другие белые?» Но сейчас над ним размышлял не ребёнок, а зрелый исследователь, который понимал, что получить любой ответ от природы можно только с помощью тщательно подготовленного эксперимента.

Мендель выбрал для своих опытов горох, который цветёт разным цветом. Важно было и то, что пчёлы, которые обычно переносят пыльцу между растениями, не мешали экспериментам: горох –

самоопылитель. Грегор посеял 34 сорта гороха, полученных от разных фирм, придирчиво исследовал результаты и выделил семь признаков, которые нужно отследить при гибридизации.

– Пстой, мама, – перебила Галатея. – Что за признаки и «гибридизация»?

Мендель хотел отследить, как наследуются родительские признаки у потомства. Например, у человека можно выделить такой явный признак, как цвет глаз. Если у одного из родителей глаза голубые, а у другого – карие, какой цвет глаз будет у их ребенка? На этот вопрос Мендель и хотел получить ответ, но применительно не к людям, а к растениям. Учёный выделил семь явных признаков у гороха – красный или белый цветок, жёлтый или зелёный цвет горошины, гладкая или морщинистая кожура у семени и т. д.

Рассмотрим для примера один признак – красный или белый цветок. Мендель отобрал сорт гороха, который цветёт только красным, и сорт, который даёт только белые цветы. Исследователь высаживал их на отдельных грядках, а затем получал от взрослых растений семена и снова высаживал. В течение трёх лет он следил за своими грядками и убедился, что грядка с красными цветами всегда даёт горошины, которые прорастают только красными цветами. А грядка с белыми цветами никогда не нарушала белизну своего цветения.

После этого Мендель приступил к гибридизации – скрещиванию растений с белыми и красными цветами.

– Как он это делал? – спросила любопытная Галатея.

Он убирал пыльцу с красных цветков и переносил на них пыльцу с белых. И наоборот – пыльцу с красных переносил на белые цветы. Осенью исследователь собирал горошины и высаживал их на следующий год. Менделю было интересно, каким цветом зацветет полученный гибрид – потомство двух чистокровных и отличающихся по цвету родителей. Каково же было его удивление, когда гибрид выпустил только красные цветки! Куда делся белый цвет? Видимо, он проиграл в силе признака красному.

Это был очень важный результат! Мендель назвал красный цвет цветка гороха доминантным, то есть главенствующим признаком, а белый – рецессивным, то есть уступающим. Затем учёный продолжил эксперимент: скрещивал друг с другом гибриды – растения второго поколения, которые цвели только красным, и снова высаживал получившиеся семена.

И опять сюрприз!

Третье поколение имело и красные, и белые цветы. Мендель подсчитал число растений на грядке, цветущих красными и белыми цветами, – и их соотношение оказывалось точно три к одному: количество растений с красными цветами составляло три четверти от общего количества гороховых стеблей на грядке, а растений с белыми цветами – одну четверть.

Мендель был поражен. Он долго анализировал результаты экспериментов, повторял их на других признаках, в том числе на цвете и морщинистости горошины. Но всегда получал одинаковый результат: во втором поколении доминирующий признак всегда подавлял рецессивный, а в третьем поколении рецессивный признак снова проявлялся в каждом четвертом случае.

Мендель вырастил и изучил почти тридцать тысяч растений гороха. Семь лет опытов и два года анализа результатов! Наконец картина наследования признаков отчётливо предстала перед исследователем.

– Что за картина? – нетерпеливо спросила Галатея.

Мендель понял, что в горохе должен быть парный элемент наследственности. Обозначим этот элемент для делянки, где из поколения в поколение растут только красные цветы, двумя буквами **КК**.

Наследственный признак для грядки с белыми цветами обозначим буквами **ББ**. Когда скрещиваются растения с элементами **КК** и **ББ**, каждый из них отдаёт половинку своего парного элемента наследственности, и они смешиваются в потомстве, которое приобретает гибридный элемент **КБ**. В этом случае доминирующий признак **К** подавляет признак **Б**, и в результате появляется красный цветок. Если скрестить два гибрида **КБ** второго поколения друг с другом, они снова отдадут потомству по половине своего гена. В третьем поколении гороха при встрече многих элементов **К** и **Б** могут возникнуть следующие пары: **КК**, **ББ** и **КБ** и **БК**.

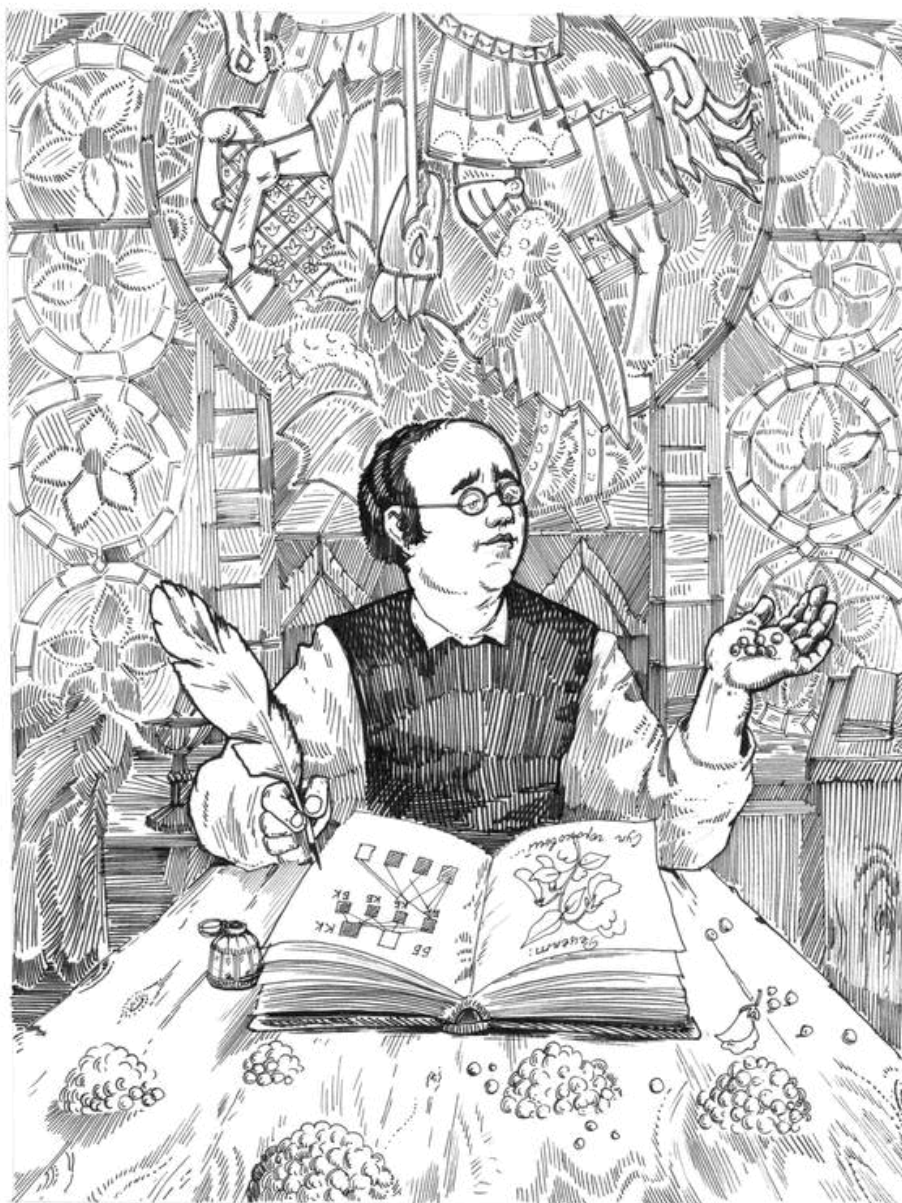
– Постой, мама, я не понимаю! – заявила Галатея.

– Давайте проверим это сами, – вдруг сказала Дзинтара.

– Как? – удивился Андрей. – Горох быстро вырастим?

– А вот как... – И Дзинтара объяснила суть опыта.

Дети быстро нашли среди своих игрушек шарики красного и белого цвета и сложили их в два мешка – в каждом шарики только одного цвета.



Мешок с красными шариками взял Андрей, с белыми – Галатей. Дзинтара сказала Андрею:

– Каждый мешок иллюстрирует грядку с чистокровными растениями. Мешок Андрея – грядка с красными цветами, а твой, – обратилась Дзинтара к дочери, – будет соответствовать сорту гороха с белыми цветами. Давайте сделаем гибрид.

Дети засунули руки в мешки, вытащили по шарiku – и получилась пара из красного и белого шариков.

– Красный и белый шарик – это и есть наследственная информация, которую гибрид **КБ** получил от своих родителей. Таким же образом сделайте штук сорок гибридов, только разделите их на две условные «грядки».

Вскоре перед Галатеей и Андреем лежало по двадцать пар разноцветных шариков.

– Это две грядки растений второго поколения. Какого цвета у них будут цветы?

Галатея замялась, а Андрей быстро сообразил:

– Красные, потому что в каждом растении есть красный шарик, то есть наследственный элемент, который доминирует и подавляет белый элемент.

– Верно! Теперь создадим гибрид следующего поколения. Каждое растение может отдать половину своей информации. Возьмите в руку два шарика одного растения – красный и белый, но не смотрите на них. Покатайте их в руках и, не глядя, положите сюда один, случайно выбранный, шарик.

Дзинтара показала на пустое место перед собой.

– Оставшийся шарик бросьте в мешок – он нам не нужен.

Дети выполнили то, что предложила Дзинтара, и выбрали оба по красному шару. Дзинтара прокомментировала:

– Вот и первый росток гороха с набором **КК**. Следующий!

Следующим Андрей выложил белый шар, Галатея – красный.

– Получился гибрид **КБ**, – кивнула Дзинтара и отодвинула разноцветную пару подальше от одноцветной красной пары.

Затем дети вытащили по белому шарiku.

– А это нечто новенькое! – обрадовалась Дзинтара и положила белую пару отдельно от других. – Мы получили растение с двумя рецессивными элементами **ББ**.

Тут уже Галатея поспешила и, указав на получившуюся пару, закричала:

– У него будут белые цветы! А у первых двух – красные!

– Молодец! – похвалила Дзинтара дочь. – Продолжайте «выращивать» новые гибриды.

Дети быстро «вырастили» сорок цветков третьего поколения.

– Давайте подсчитаем, сколько и каких гибридов получилось – предложила Дзинтара.

Оказалось, что на «грядке» 11 красных пар, 11 белых и 18 разноцветных.

– Сколько будет растений с красными цветами, а сколько – с белыми?

Тут первым оказался Андрей:

– 11 с белыми и 29 с красными!

– Верно: примерно четверть белых цветов и три четверти – красных. У нас получилась примерно четверть, потому что мы «вырастили» всего сорок условных растений, а Мендель выращивал многие тысячи реальных растений, и у него получилось соотношение **1 к 3** с большой точностью.

Закон, открытый Менделем, позволял заранее предсказывать свойства будущего потомства. Это было удивительно! Но самое главное – закон Менделя свидетельствовал, что в растении есть некий дискретный элемент наследственности, который может расщепляться и передаваться потомкам. Настоящее открытие века! Кроме того, Мендель доказал, что наследование идёт через пыльцу, то есть через половые клетки растений. Это тоже было важно. Например, великий Чарльз Дарвин утверждал, что генетическая информация от родителей к детям передаётся через кровь. Распространённое выражение о том, что в чьих-то венах течёт «голубая кровь» благородных предков, отражало убеждение, что кровь является передатчиком наследственной информации.

Учёный Гальтон, двоюродный брат Дарвина, доказал, что это не так. Он переливал кровь чёрных кроликов белым и наблюдал за потомством белых кроликов с «чёрной кровью». В трёх поколениях учёный не нашёл нарушения снежного окраса.

Завершив свой многолетний труд, Мендель в 1865 году сделал доклад на собрании общества естествоиспытателей Брно. Тезисы его доклада опубликовали в сборнике трудов общества, который поступил в 120 библиотек мира. Кроме того, Мендель получил 40 оттисков и разослал их видным учёным Европы.

К сожалению, работу Менделя почти проигнорировали. За следующие 35 лет на его работу сделали всего несколько ссылок. А в середине XX века один ботаник, разбирая библиотеку своего отца, тоже известного ботаника, нашёл оттиск, присланный Менделем. Его даже не открывали: он не был разрезан!

Практически никто из учёных не ответил и на личные письма Менделя. Известный биолог Карл Нагели прислал учёному надменное письмо, в котором предложил проверить результаты Менделя на других растениях.

– То есть десяти лет труда и тридцати тысяч растений для этого биолога оказалось недостаточно? – поразился Андрей.

– Нагели и другие учёные не поняли силы законов Менделя и не сумели оценить значимость его открытия элемента наследственности у организмов. Нагели много сделал в биологии, но все его толстые книги не перевешивают одной статьи Менделя про горох. Наука середины XIX века была не готова к таким открытиям, как законы наследственности Менделя.

* * *

Рассказывая о достижениях Менделя, нужно отдать должное аббату Нэппу, который создал монастырский сад, отправил Менделя учиться в Венский университет за счет аббатства, а потом разрешил ему проводить свои опыты в монастырском саду. Без поддержки аббата Мендель вряд ли смог бы стать первооткрывателем законов генетики.

Мендель оставил биологию и, после смерти Нэппа, стал аббатом. Однажды торнадо уничтожил теплицы монастыря. Учёный заинтересовался этим явлением и основал Австрийское метеорологическое общество. Большая часть его работ была посвящена метеорологии.

На надгробии Менделя написано гордое: «Моё время ещё придёт!»

Так и случилось. Законы Менделя спустя 35 лет заново открыл Карл Корренс – ученик того самого профессора Нагели. Он написал статью о законах Менделя и подтвердил их. Так законы Менделя стали основой новой науки – генетики, которая совершила настоящую революцию в умах учёных.

В России даже спустя сто лет после грядок Менделя кипели споры вокруг его открытия. Биологи шли в тюрьму и на смерть за свои убеждения и научную истину, что родители передают свои гены детям, чем заметно определяют их физический облик и интеллектуальные качества. Но тогдашние власти полагали, что могут перевоспитать любого человека, поэтому генетическая заданность многих человеческих качеств им не нравилась. Они пытались бороться с истиной с помощью насилия, но это было просто глупостью.

В конце концов неоспоримая ценность генетики и законов, которые она установила, стала всем очевидна. Австрийский монах Мендель встал в истории рядом с польским каноником Коперником – как по масштабу сделанных открытий, так и по непризнанию современниками трудов. Редкий случай, когда научное открытие второй половины XIX века было сделано в монастырских стенах. Наступивший вскоре XX век потребовал от учёных серьёзной профессиональной подготовки и научных приборов. Но во все времена наблюдательность, аккуратность в подготовке эксперимента и глубина анализа его результатов оставались главными инструментами учёного.

– Мама, а в нашем саду есть грядка с горохом? – вдруг спросила Галатея.

Примечания для любопытных

Грегор Мендель (1822–1884) – знаменитый австрийский учёный-биолог, основоположник учения о наследственности, открывший первые законы генетики.

Кирилл Нэпп (1792–1867) – аббат, который помог Менделю в его университетском образовании и научной работе.

Франц Унгер (1800–1870) – один из первых цитологов (исследователей живой клетки) в мире, профессор Венского университета.

Кристиан Доплер (1803–1853) – знаменитый австрийский физик. Открыватель эффекта Доплера – смещения частоты колебаний волн от скорости движения источника волн.

Карл Нагели (1817–1891) – швейцарский и немецкий ботаник XIX века.

Карл Корренс (1864–1933) – немецкий ботаник и генетик, заново открывший и подтвердивший законы наследственности Менделя.

Фрэнсис Гальтон (1864–1933) – известный английский учёный, двоюродный брат Чарльза Дарвина (1809–1882), основателя эволюционного учения. Основоположник дактилоскопии.

Сказка об артиллерийском офицере Шварцшильде, который открыл на русско-германском фронте сферу застывшего времени

Эта странная, отчасти волшебная история началась в конце 1915 года на русско-германском фронте. Ужасы Первой мировой войны вместе с бесконечными морозными ночами делали солдатскую жизнь невыносимой по обе стороны фронта. Холод и болезни косили людей быстрее пуль и снарядов. О чём мог думать человек в таких условиях? О тепле, еде, доме и о том, как дожить до утра.

Но не таков был Карл Шварцшильд, в довоенной жизни – директор Потсдамской обсерватории и академик Прусской академии наук, а с началом Первой мировой – офицер-доброволец. Воюя на русском фронте, он заболел и попал в госпиталь. На войне Карл Шварцшильд решал математические уравнения для повышения точности стрельбы из пушек, а во фронтовом госпитале вернулся к своей любимой

астрономии. Небеса послали офицеру свежую статью Эйнштейна с новейшими уравнениями гравитации, которые утверждали, что планеты и звёзды искривляют вокруг себя пространство.

Опытный математик и увлечённый астроном, давно подозревавший, что мир не плоский, Шварцшильд взялся за изучение сложнейших уравнений Эйнштейна. Богатый опыт математика помог ему найти их решение для простого случая, когда звезда заменяется гравитирующей точкой. 22 декабря 1915 года офицер-астроном отправил своё решение Эйнштейну, приписав к математическим уравнениям такие лирические строчки: «Как видите, война была милостива ко мне, разрешив, невзирая на жестокий артиллерийский огонь в непосредственной близости, совершить прогулку в страну ваших идей».

Лечение не помогало, болезнь прогрессировала и пожирала силы Карла Шварцшильда со скоростью степного пожара. Но уравнения Эйнштейна продолжали интриговать смертельно больного, и он работал над новым решением, уже более реалистичным, где звезда считается гравитирующим шаром, искривляющим вокруг себя пространство. Астроном нашёл решение уравнений Эйнштейна и для этого случая, продемонстрировав свои выдающиеся математические способности и незаурядное мужество. Ведь у него под рукой не было никаких книг, а болезнь отнимала остатки сил. При этом совсем рядом гремел опасный фронт...



6 февраля 1916 года Шварцшильд отправил Эйнштейну своё второе решение для гравитирующего шара. В письме он сообщал о «странных вещах», обнаруженных им во время вычислений: оказалось, что звезда, обладающая массой Солнца, не может быть сжата в шар радиусом меньше трёх километров.

– Никки, а что тут удивительного? – спросила Галатея. – Разве можно так сильно сжать огромную звезду?

– В реальности – да. Но что может помешать учёному провести такой мысленный эксперимент? – возразила королева Никки, которая рассказывала детям очередную сказку. – Но природа запретила даже мысленно приближаться к этой границе, которую вскоре стали называть «сферой Шварцшильда».

– Как такое возможно? – возмутилась Галатея. – Запретить приближаться даже в мыслях?

Никки пояснила:

– На сфере Шварцшильда природа затормозила до нуля самый главный параметр нашего мира – его быстротекущее время. Если представить себе огромного великана, который способен месить и комкать звёзды, как мальчишки лепят снежки, то даже он не в силах сжать Солнце до сферы диаметром меньше трёх километров. Приближаясь к этому радиусу, звезда перейдёт в замедленное время, перестанет слушаться нашего великана и замечать его титанические усилия. Любой мыслимый корабль, каким бы быстрым при старте он ни был, тоже не сможет достичь сферы Шварцшильда – именно из-за замедления времени.

– Я не понимаю, – недовольно заёрзала Галатея.

Андрей кивнул, согласившись с младшей сестрой.

– Представьте себе корабль, который движется с огромной скоростью в 100 000 километров в секунду. Заменим наше Солнце на чёрную дыру той же массы и диаметром в 3 километра, которая отказывается сжиматься дальше. От Земли до поверхности этой дыры – 150 миллионов километров; в нормальных условиях наш сверхбыстрый корабль достигнет её за 1500 секунд, или 25 минут. Установим на обшивке корабля огромное табло с часами, чтобы мы могли следить за показаниями корабельных часов в земной телескоп. Глядя на корабль, летящий к черной дыре, мы заметим, как часы начинают отставать: секундная стрелка начнёт двигаться в два раза медленнее, чем у земных часов, потом в три раза, затем – в десять... Раз время корабля стало течь медленнее, то расстояние, которое он преодолевает за секунду земного времени, резко сократилось. Корабль стал преодолевать за секунду не 100 000 километров, а всего лишь 10 000, а затем, подлетев к поверхности чёрной дыры, вообще пополз, как черепаха. Каждый скачок секундной стрелки на обшивке корабля нам приходится ждать всё дольше – сначала часы, потом дни и наконец десятилетия... Персонал телескопа ушёл на пенсию, на их место пришли молодые наблюдатели, – а секундная стрелка на корабле будто застыла, и сам он движется бесконечно медленно, несмотря на беспрерывно работающие двигатели. Так сфера остановленного времени делает беспомощными самые могучие силы...

Галатея глубоко задумалась над остановленным временем. Андрей же представил себе русско-германский фронт в начале 1916 года.

Январские морозы заставляли скрипеть на русском снегу санитарные немецкие сани. В холодном воздухе плыли дымы от госпитальных печей, пожаров и разрывов тяжёлых снарядов. Военный пейзаж дополняли громкие приказы унтер-офицеров и стоны раненых, подвозимых к госпитальным дверям.

И никто, кроме одного человека, не замечал, как высоко в небе, над войной, горем и слезами, висела сфера застывшего времени, таинственная и удивительная, чёрная, но хорошо заметная мысленному взору, будто созданная из сверкающей темноты. Сфера, на которой время останавливается, а летящие могучие корабли замедляются до состояния мошек в янтаре.

Астроном Шварцшильд давно следил за развитием теории гравитации Эйнштейна, а в 1914 году даже измерял спектры Солнца, пытаясь найти в них еле заметные следы замедления времени на поверхности звезды. Это ему не удалось, зато в начале 1916 года он сумел математически доказать, что может существовать объект, столь плотный, что на его поверхности время затормозится до нуля.

Эйнштейн прочитал письма Шварцшильда на заседании Прусской академии наук и послал их в научный журнал для публикации. Шварцшильд был демобилизован по болезни в марте 1916 года и умер 11 мая того же года. Он так и не узнал, насколько станет знаменит «радиус Шварцшильда» и сколько учёных будут ломать головы над странной сферой застывшего времени в его решении. Один из учёных даже назвал сферу Шварцшильда «магической сферой» – настолько странными оказались её свойства.



Две статьи, написанные Шварцшильдом в госпитале на русском фронте, станут самыми важными его научными работами, навсегда прославившими автора. Ведь это были первые точные решения уравнений Эйнштейна.

Многие годы большинство учёных, включая самого Эйнштейна, рассматривали сферу остановленного времени как математический фокус, сугубо теоретическую проблему, которая не может быть реализована в природе. Многие решили: раз в реальности звёзды не могут сжиматься до такого сверхплотного состояния, нечего и думать про их поведение возле сферы Шварцшильда.

— Но ведь никто не мог запретить мысленные эксперименты по сжатию звезд. Значит, проблема оставалась! — сказал Андрей.

– Верно, – согласилась Никки. – Тем не менее отсутствие природного механизма, неограниченно сжимающего звёзды, успокаивало многих учёных. Гипотетические великаны их волновали мало. Учёные – тоже люди, и их поведение часто обусловлено не научными, а психологическими причинами.

Самоуспокоенность учёных вскоре разрушил молодой индийский астрофизик: в 1929 году 19-летний Субраманьян Чандрасекар, неспешно плывя на пароходе из Индии в Англию, решил уравнения, описывающие состояние звёздной материи, и доказал, что в белом карлике с массой в полтора Солнца сила давления не может противостоять силе гравитации. Такой объект будет коллапсировать неограниченно, а значит, он должен приблизиться к сфере Шварцшильда и заморозить своё время.

– Постой, Никки, кто такой этот «белый карлик»? – спросила Галатея.

– Так астрономы называют компактную яркую звезду, возникающую в результате эволюции звезд. Состарившись, она сжимается до крошечного размера, становится карликом, но по-прежнему обладает высокой температурой и светит белым светом – в отличие от более холодных и крупных красных карликов. Каждый сантиметровый кусочек белого карлика может весить сотни тонн.

– Вот так кусочек! – хмыкнула Галатея. – Если на дороге найдёшь, в корзинку не положишь.

Когда пароход Чандрасекара доплыл до Англии, молодой учёный сделал доклад о своей работе, основанной на тонких квантовых эффектах в сверхплотном белом карлике. Однако у юного Чандрасекара нашёлся маститый оппонент...

– Вот так всегда! – досадливо мотнула головой Галатея.

Его работу воспринял критически сам сэр Эддингтон, категорически отказавшийся признать наличие в природе неограниченно сжимающихся звёзд. Из-за резко отрицательного мнения знаменитого учёного молодой Чандрасекар даже бросил заниматься данной темой – на десятилетия.

– Напрасно он это сделал! – расстроилась девочка.

Но другие учёные вскоре уточнили расчеты Чандрасекара, подтвердив, что массивный белый карлик под действием собственного тяготения должен сжаться в гораздо более плотный объект – нейтронную звезду. Каждый кубический сантиметр нейтронной звезды весит уже миллиард тонн.

– Ничего себе! Такой кусочек и паровоз не увезёт, – не удержалась Галатея.

Но даже состояние нейтронного шара не является последним этапом жизни светила. Если масса нейтронной звезды превысит определенную величину, она начнёт сжиматься неограниченно. Доминирование гравитации при сжатии лишь нарастает, и падение звезды в саму себя уже ничто не может остановить.

При неограниченном сжатии звезда должна скоро приблизиться к загадочному радиусу Шварцшильда. И тут случится нечто очень странное – звезда погаснет, перестанет светить! Ведь сила тяжести чёрной дыры так велика, что с её поверхности не сможет вырваться даже луч света. За это свойство сильно сжавшейся звезды физик Уилер и назвал её чёрной дырой. Точнее говоря, какой-то возбужденный слушатель выкрикнул этот термин на лекции Уилера, и он был подхвачен лектором, прижился в астрономии.

Как выяснили историки науки, в Англии чёрные дыры предсказал сельский священник Джон Митчелл, причём ещё в конце XVIII века. Он вычислил по формулам ньютоновской гравитации, что может существовать такое массивное тело, скорость убегания (или первая космическая скорость) с поверхности которого будет выше скорости света.

С помощью огромных и совершенных телескопов астрономы доказали, что чёрные дыры существуют во многих системах двойных звёзд, а также в центрах большинства галактик, включая наш Млечный Путь.

Мирно беседуя о возможности существования таких экзотических объектов, мы одновременно несёмся со скоростью 220 километров в секунду вместе с Солнечной системой вокруг гигантской чёрной дыры в центре нашей Галактики.

Никки подошла к окну, за которым расстиралось звёздное небо.

– Вот он, Млечный Путь – наша Галактика. В её середине, за грудой тёмных межзвездных облаков прячется наша чёрная дыра.

Никки посмотрела на часы и сказала:

– Уже поздно, а то бы я рассказала про приключения внутри чёрной дыры и про то, как заставить её ярко светиться.

Галатея не поверила своим ушам:

– Ты же только что доказала, что никто не может пересечь границу чёрной дыры, а светиться она не будет из-за того, что её собственный свет падает назад! Не слишком ли много этих самых...

Андрей подсказал:

– ...парадоксов?

– Верно! – кивнула Галатея.

– Такие волшебные объекты, как чёрные дыры, способны на очень многое... – загадочно ответила Никки. – Но об этом я расскажу в следующий раз.

Примечания для любопытных

Карл Шварцшильд (1873–1916) – известный немецкий астроном, получивший первые решения уравнений Эйнштейна и открывший остановку времени на поверхности сферы Шварцшильда.

Альберт Эйнштейн (1879–1955) – великий физик-теоретик, создатель специальной и общей теории относительности.

Субраманьян Чандрасекар (1910–1995) – знаменитый американский физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии по физике за 1983 год.

Артур Эддингтон (1882–1944) – знаменитый английский физик и астроном. Крупнейший знаток строения звезд и теории гравитации.

Джон Уилер (1911–2008) – известный американский физик-теоретик, профессор Принстонского университета.

Джон Митчелл (1724–1793) – английский священник из деревни Торнхилл, видный естествоиспытатель и геолог. В 1784 году послал в Королевское общество письмо с вычислениями, согласно которым с поверхности объекта, имеющего плотность Солнца, но в 500 раз превышающего его размер, не сможет улететь даже свет, потому что первая космическая скорость превысит скорость света. Так Митчелл сформулировал одно из главных свойств чёрной дыры.

Пьер-Симон Лаплас (1749–1827) – знаменитый французский учёный. В своей книге, опубликованной в 1796 году, обсудил идею Митчелла, чем придал ей известность.

Белый карлик – компактная яркая звезда, возникающая в результате сжатия обычных звезд, в которых термоядерное топливо выгорело. Массы белых карликов сопоставимы с солнечной, но радиусы в сто раз меньше, отчего их плотности в миллион раз больше, чем у обычных звёзд.

Красный карлик – маленькая холодная звезда, светящая красноватым светом из-за низкой температуры. Массы и диаметры красных карликов не превышают одной трети от солнечной массы и диаметра.

Нейтронная звезда – астрономический объект с массой сравнимой с солнечной, но диаметром всего в 10–20 километров. Плотность нейтронной звезды в несколько раз выше плотности атомного ядра. Нейтронные звёзды образуются при взрыве Сверхновых звёзд.

Сверхновые звёзды – звёзды, термоядерный реактор которых потерял устойчивость и взорвался. На несколько дней Сверхновые становятся ярче всей галактики. Для землян на небе возникает новая звезда.

Чёрная дыра – объект, образовавшийся при неограниченном сжатии гравитирующего объекта. Обладает рядом удивительных свойств, например остановившимся временем на поверхности дыры (относительно внешнего наблюдателя). Даже свет не может вырваться с поверхности чёрной дыры, за что она и получила своё название.

Чтобы получить чёрную дыру из Земли, её надо сжать до размера горошины (0,443 см). Из Солнца чёрная дыра получится, если придать ему размер небольшой горы (2,96 км).

Сказка о рыцаре Уварове, отважном полководце, и его врагах – озверелых кузнечиках

Жил в казачьем городе Уральске мальчик Боря, у которого было забавное увлечение – он коллекционировал кузнечиков. А разноцветных кузнечиков, луговых кобылок и всякой саранчи в приуральских степях было предостаточно. Что за странное увлечение, скажете вы!

– Не скажем, – возразила Галатея. – Мы знаем историю про доктора Борнемиссу (см. «Звёздный витамин»), который занимался мухами, причём с огромной пользой для людей.

Дзинтара согласно кивнула:

– Рада, что вы понимаете, что для учёных нет «неинтересных» объектов в природе. Именно поэтому они могут из невзрачной плесени сделать спасительное лекарство для человечества.

Мальчик Боря не считал своё увлечение смешным или странным и даже выбрал его своей профессией, выучившись на энтомолога в Санкт-Петербургском университете. Деньги на образование талантливый подросток получил в виде стипендии от Уральского казачьего войска.

В 1910 году молодой энтомолог Борис Уваров не захотел оставаться при кафедре и перебирать бумажки, а отправился вместе с молодой женой Анной в далёкую Туркмению – изучать вредных для хлопководства насекомых. Через год саранча напала на Ставрополье, нанеся огромный вред, и Уваров поехал на Северный Кавказ изучать этого опаснейшего врага сельского хозяйства. Несмотря на то что набеги саранчи известны издавна, никто не понимал, откуда берется гигантская армия прожорливых насекомых, возникающая словно из ниоткуда и исчезающая в никуда.

Древние хроники свидетельствуют о том, что и тысячи лет назад жители разных стран – от Египта до России – страдали от «крылатого бедствия».

В 1824 году Пушкин в качестве государственного чиновника был отправлен в Новороссию, в зону нашествия саранчи.

Поэт написал исчерпывающий отчёт в кратком стихотворном виде:

23 мая – Летела, летела
24 мая – И села
25 мая – Сидела, сидела
26 мая – Всё съела
27 мая – И вновь улетела

Галатея захихикала над поэтическим отчётом чиновника Пушкина.

В 1875 году американский штат Техас подвергся крупнейшему за всю историю нашествию саранчи.

Но откуда возникают полчища опасных насекомых?

В 1913 году Уваров открыл поразительное явление: мирные кузнечики – ну не совсем обычные, а оседлые и мирные особи вида *Locusta migratoria*, отложили яйца, из которых вывелась настоящая саранча – агрессивная и летучая, которая двигалась прожорливыми стаями со скоростью в сотню километров ежедневно.

После внимательного изучения и опытов энтомолог Уваров выдвинул теорию, согласно которой мирные и оседлые насекомые, оказавшись в условиях перенаселённости, откладывают особые яйца, из которых и выводится злая кочевая саранча.

– А как кузнечики узнают про перенаселённость? – спросил Андрей.

– Если они часто сталкиваются с себе подобными. Учёные провели эксперимент: расставили в траве, где жили луговые кобылки, маленькие зеркала. Натыкаясь на свои отражения, кобылки начинали нервничать и откладывать «походные яйца», то есть готовить потомство к переселению, хотя на самом деле места в траве ещё хватало.

С 1915 года Уваров жил в Грузии, которая после революции 1917 года стала независимым государством. В 1918 году там высадились английские войска, а в 1920-м – ушли. Уходя из Грузии, англичане предложили семье Уварова переехать в Великобританию. Уваровы приняли приглашение, и у 32-летнего учёного началась новая жизнь в Лондоне.

Борис Уваров много работал, изучая насекомых, которых присылали в Англию из разных стран; публиковал статьи и книги.

* * *

Люди думают, что они – хозяева Земли. Но на нашей планете живёт более миллиона различных видов насекомых, что делает их самым многочисленным классом животных. Насекомые занимают все возможные экологические ниши и могут жить практически во всех уголках планеты – от джунглей до Антарктиды, в самых суровых условиях. Их общая масса равняется двум миллиардам тонн, что в десять раз превосходит массу всех других животных, вместе взятых. На одной поляне размером в сто метров живёт больше насекомых, чем людей на Земле. Способности некоторых из них, например муравьев, термитов и пчел, к коллективному поведению уникальны, а их постройки удивляют даже человека.

Поэтому жить на планете Земля и не изучать насекомых было бы странно и неправильно. Этим и занимаются энтомологи всего мира, в том числе Борис Уваров.

* * *

В 1929 году во многих странах, включая английские колонии, появились полчища саранчи. На несколько лет Уваров переключился на практическую работу и возглавил группу учёных, которые изучали саранчу и разрабатывали методы борьбы с ней. Вместе с английскими трудились французские, бельгийские, египетские, индийские и южноафриканские энтомологи.

Собрав данные о местах размножения саранчи, учёные обнаружили удивительную вещь: среди саванн, гор и долин есть постоянные очаги вспышек, откуда начинали свой полёт прожорливые стаи. Определив географические источники саранчи и пути её распространения, энтомологи во главе с Уваровым разработали меры, которые позволили быстро гасить вспышки саранчи и даже предотвращать будущие нашествия.

После войны интерес к саранче усилился из-за вспышек её численности. В 1945 году Уваров возглавил Противосаранчиковый исследовательский центр, который финансировала ООН. В библиотеке центра хранилось 30 000 публикаций по прямокрылым насекомым. В 1951 году Уварова выбрали в Королевское общество, то есть он стал академиком.

В 1957 году Сомали подверглось опустошительному набегу «крылатых бандитов». Стая саранчи насчитывала 16 миллиардов особей и весила 50 000 тонн. Каждая саранча съедала в день столько, сколько весит сама.

– Значит, сомалийская стая пожирала в день по 50 000 тонн растительности и зерна! – поразилась Галатея.

– Верно.

Уваров бился с саранчой, как настоящий главнокомандующий. Он водил в бой большие моторизованные соединения – грузовики и тракторы, сотни самолетов из разных стран. На него работали десятки тысяч рабочих и специалистов. Он перебрасывал свои войска на самые напряженные участки битвы, совершал обходные маневры и глубокие рейды в тыл врага...



Галатея прикрыла глаза и представила себе африканскую саванну. По ней с громким топотом мчалось стадо зебр, спасаясь от опасности. Пожар, наводнение? За антилопами бежало стадо слонов, оглушительно трубя в длинные хоботы. Что обратило в бегство этих гигантов – самых крупных сухопутных животных Земли? За слонами трусили более мелкие звери, а в конце живой лавины мягкими скачками несло семейство львов – самых опасных хищников планеты. Они явно не охотились, а убегали сами. Кто же напугал смелых зверей?

Над опустевшей саванной раздался странный шелест, и солнце, ярко светившее с безоблачного небосклона, заметно потемнело. Черная туча, зловеще шелестя, накрыла саванну. Саранча! Она опустилась на высокую траву – и через некоторое время саванну было не узнать – по ней словно прошёлся пожар. На земле уже ничего не росло. Опустошённая саванна не смогла бы прокормить ни антилоп, ни слонов – вот они и убегали подальше от ужасных насекомых и от голода. Но кто сможет победить армию крылатых врагов?!

Вдруг над саванной появился самолет с красными крыльями, сделал круг, и из его брюха вырвался поток химикатов. Ядовитое облако опустилось на землю, и саранча стала гибнуть. К первому самолету

присоединилось ещё несколько. Из-за холма раздался громкий рёв не слонов, а дизельных моторов, и навстречу тёмной туче выдвинулась цепь тракторов – это шла в наступление механизированная армия Бориса Уварова.

Девочка очнулась...

Уваров был настоящим полководцем, рыцарем, спасавшим не конкретных принцесс, а целые страны и миллионы людей от саранчи и голода. За это его наградили бельгийским орденом Льва и французским орденом Почетного легиона, а в Великобритании ему пожаловали дворянское звание рыцаря и наградили британским орденом Святого Михаила и Георгия. Англичане стали почтительно величать учёного «сэр Борис Уваров».

И всё-таки он оставался просто учёным, исследователем, который открыл и описал почти тысячу новых видов и подвидов, установил более двухсот новых родов насекомых.

После его смерти новый директор Противосаранчового центра написал брошюру о сэре Борисе Уварове, в которой сказал следующее:

«Несмотря на мощь интеллекта, порой подавляющего, он был удивительно внимателен к другим и никогда не относился свысока к молодым учёным... Он был непритязательным человеком с простыми вкусами, с острым чувством юмора и удивительным отсутствием личного честолюбия. Он глубоко любил природу и никогда не казался таким счастливым, как во время полевой работы, с сачком в руке и среди любимых „аридных местообитаний“».

Примечания для любопытных

Сэр Борис Петрович Уваров (1888–1970) – видный российско-британский энтомолог, открыватель фазовой изменчивости саранчи, организатор борьбы с её нашествиями.

Прямокрылые насекомые – отряд насекомых, включающий кузнечиков, сверчков и саранчу.

Locusta migratoria – перелётная, или азиатская, саранча, вид прямокрылых из семейства саранчовых.

Сказка про юную Джоселин Белл, пульсары и телеграмму от зелёных человечков

После ужина Дзинтара сказала детям:

– Сегодня я расскажу вам историю про юную девушку-астронома, которая оказалась опытнее седовласых учёных-звездочётов и думала быстрее самых умных компьютеров.

Эта история началась в 1965 году. Молодая девушка Джоселин Белл только что окончила университет в шотландском городе Глазго и стала аспиранткой Энтони Хьюиша, профессора Кембриджского университета. Хьюиш в это время спроектировал особый радиотелескоп для анализа сигналов космических квазаров – загадочных объектов в центрах галактик, которые обладают малыми размерами и огромной светимостью.

Но спроектировать телескоп – одно, а построить его – совсем другое. Телескоп должен был занимать площадь в 4,5 акра (эквивалентна квадрату со стороной 210 метров). Здесь нужно было построить радиотелескоп из 200 километров проводов. Материалы для телескопа стоили всего 15 000 фунтов стерлингов, а всё остальное делали сами учёные.

Потребовались два года усилий Джоселин Белл и четырёх человек из группы Хьюиша, а также труд нескольких студентов на каникулах, чтобы телескоп превратился в реальность. Он был похож на площадку, где прачки сушат простыни, только вместо веревок между столбами протянули металлические провода.

Компьютеров на этом странном телескопе не было – радиоаппаратура просто выдавала сигнал на самописцы, из которых беспрерывно вылезало по тридцать метров бумажной ленты каждый день. По всей длине ленты змеилась зигзагообразная кривая. Просмотреть её и внимательно проанализировать было исключительно трудной задачей. Компьютеры не могли с ней справиться, потому что им требовался алгоритм обработки данных и поиска нужных сигналов, а никто из учёных не понимал в деталях: что за сигналы будет принимать новый телескоп? Всё начиналось с нуля, опыта обработки радиоволн, улавливаемых телескопом из проволоки, ни у кого не было.

Для анализа данных телескопа требовался человек-компьютер, который каждый день просматривал бы зубцы радиосигналов на длинной бумажной ленте и анализировал их, пытаясь распознать, где сигналият космические источники, а где – земные помехи.

Таким человеком-компьютером стала Джоселин Белл. За время работы на телескопе она проанализировала 50 километров бумажной ленты и научилась на глаз различать сигналы квазаров и помехи от земных радиостанций и устройств.



Летом 1967 года Джоселин обнаружила в записях самописца «гребёнку» – регулярные пики. Это не походило на привычные сигналы, регистрируемые радиотелескопом. Белл не стала спешить с сообщением профессору Хьюишу о загадочном пульсирующем сигнале: он то появлялся, то исчезал, а пики радиоизлучения шли с равномерностью часов – 1,33 секунды между максимумами. Вскоре Джоселин установила связь периодических сигналов с конкретным участком неба, после чего сообщила об открытии пульсирующего источника Энтони Хьюишу.

Профессор недоверчиво предположил, что сигнал имеет земное происхождение. Но Белл была уверена, что он идёт из космоса. Но какие звёзды могут сигналить с такой точной периодичностью – с частотой раз в секунду? Обычные пульсирующие или переменные звёзды меняли свою светимость медленно, с периодом в дни или недели. Никто из астрономов не знал природных космических объектов, которые могли бы сигналить с такой равномерностью и частотой. Для огромной звезды, даже для такой плотной, как белый карлик, пульсации с частотой около секунды были слишком быстры.

Неизбежно возникла идея, что радиотелескоп поймал сигналы от инопланетян, которые в общественном мнении ассоциировались с маленькими человечками с зелёной кожей. Может, «гребёнка», обнаруженная Белл на ленте самописца, – это телеграмма, которую посылает внеземная цивилизация, надеясь найти в космосе братьев по разуму? Первому пульсару даже присвоили обозначение LGM-1 (аббревиатура, или сокращение, английского выражения «little green mens» – «маленькие зелёные человечки»).



Гипотезу о телеграмме зелёных человечков опровергла сама Джоселин Белл. Она открыла ещё несколько аналогичных пульсирующих источников, или пульсаров, как их стали называть (от сокращённого английского «pulsating star» – «pulsar»). Это открытие резко уменьшило вероятность инопланетного происхождения сигналов.

– Космос не может быть так плотно населён? – спросил Андрей.

Дзинтара кивнула.

Открытие новых пульсаров подтвердило, что они являются не искусственными, а природными источниками. Ещё один ученик Хьюиша – Фред Хойл, предположил, что источником сигналов являются не белые карлики, а нейтронные звёзды. Время показало, что это было правильное предположение.

– Что такое нейтронная звезда? – спросила Галатея.

Андрей укоризненно покачал головой:

– Мы же недавно слушали сказку про Шварцшильда, и там ясно было сказано, что нейтронные звёзды – это остаток взрыва Сверхновой, маленькая звезда размером в несколько километров и плотностью больше плотности атомного ядра – что-то вроде шара из нейтронов.

– Я что, и забыть не могу? – насупилась Галатея.

После статьи Хьюиша и Белл с соавторами все обсерватории мира кинулись искать сигналы от пульсаров. Вскоре их нашли десятки, а затем – тысячи. Пульсары оказались удивительно интересными объектами – нашлись миллисекундные пульсары, которые пульсируют с частотой сотни раз в секунду, рентгеновские пульсары, оптические...

Отметим, что периодические сигналы от пульсаров были пойманы на другой английской обсерватории за несколько лет до Белл, но опытные наблюдатели, работавшие там, сочли их земными помехами. Только внимательность молодой исследовательницы и её опыт в распознавании сигналов разного вида позволили ей выделить периодические сигналы пульсаров из общего шума.

Точная периодичность сигналов от пульсаров меняется только в исключительных случаях, например при существовании возле них планет. Эти планеты двигаются вокруг пульсара и заставляют его слегка покачиваться в такт движению планет. А движение источника периодических сигналов вызывает смещение частоты такого сигнала из-за эффекта Доплера.

Суть эффекта Доплера сама Джоселин Белл эффектно проиллюстрировала в штаб-квартире ЮНЕСКО, на лекции, посвященной Году астрономии. Она принесла на лекцию пищущий таймер от кухонной плиты и, попросив нобелевских лауреатов в первом ряду слегка пригнуться, раскрутила его на верёвке. Все присутствующие смогли убедиться, что частота писка таймера, летящего по направлению к залу, выше, чем частота звука от улетающего таймера.

В 1994 году польский астроном Вольцшан и канадско-американский астроном Фрайл сообщили, что, опираясь на изменение периодичности сигналов одного из пульсаров, открыли возле него две планеты с массой около четырёх масс Земли каждая. Таким образом, первая планетная система возле другой звезды была открыта именно возле пульсара.

– А на планетах вокруг пульсаров живут маленькие зелёные человечки?! – вскинулась Галатея.

– Вряд ли. Обычные планеты в такой системе были уничтожены взрывом Сверхновой звёзды, после которого остался лишь диск тугоплавких частиц из железа и никеля. Потом из них образовались планеты второго поколения, безводные и металлические, на которых нет жизни, потому что излучение пульсара убивает всё живое.

– А на первых планетах до взрыва Сверхновой могли возникнуть инопланетные цивилизации? – не отставала Галатея.

– Да, это возможно, но судьба таких цивилизаций трагична – выжить во взрыве Сверхновой невозможно.

– Но вдруг они успели улететь на огромных космических кораблях?

– Для такого спасения цивилизации нужно активно развивать космические технологии, учиться строить большие корабли и жить в космосе. Далеко не все цивилизации могут взять на себя такой труд. Даже самые разумные существа редко составляют планы на долгий период – хотя бы на тысячелетие.

– Какие интересные эти миры вокруг пульсаров! – воскликнул Андрей. – Металлические планеты вращаются вокруг нейтронного шара, который является маяком для всей галактики...

Дзинтара кивнула:

– Действительно, пульсары можно использовать как маяки. Космические аппараты «Вояджеры», покинувшие Солнечную систему, несли на своём борту звёздную карту, в которой галактическое положение Земли было указано относительно 14 пульсаров с известной частотой. Если инопланетяне получают эту картинку, которую легко расшифрует любое разумное существо, они смогут найти к нам дорогу.

– А не опасно ли это? Не захотят ли они прилететь и захватить наш мир? – спросила Галатея.

– Вероятность того, что медленно летящие «Вояджеры» встретят по пути инопланетян, очень мала. И даже если они их встретят, вероятность того, что цивилизация, вышедшая в межзвёздный космос, сохранила в себе варварскую склонность к агрессии, тоже мала.

Вернёмся к нашим пульсарам. В 1974 году, спустя всего семь лет после открытия пульсаров, Нобелевская премия по физике была поделена между Мартином Райлом – за пионерские работы в области астрофизических исследований в радиодиапазоне и Энтони Хьюишем – за его исключительную роль в открытии пульсаров.

В своей нобелевской лекции профессор Хьюиш, рассказывая об открытии пульсаров, постоянно упоминал только одного сотрудника – Джоселин Белл. Оно и понятно, ведь она первая открыла космические сигналы пульсаров. Но, в отличие от Хьюиша, Нобелевскую премию Джоселин Белл не получила. Фред Хойл и другие учёные были возмущены такой несправедливостью. Хойл публично заявил, что Белл должна была получить Нобелевскую премию вместе с Хьюишем. Согласно завещанию Альфреда Нобеля, Нобелевская премия по физике может делиться между тремя учёными. То есть место для Белл имелось, но осталось незанятым. По-видимому, вручение столь престижной премии тридцатилетней – очень молодой по академическим меркам – женщине оказалось для некоторых учёных мужей невыносимым делом.

Несколько лет спустя сама Белл так скромно прокомментировала ситуацию вокруг пульсаров и премии: «Высказывались предложения, что я должна получить часть Нобелевской премии, присужденной Тони Хьюишу за открытие пульсаров... Я полагаю, что Нобелевские премии потеряли бы свой авторитет, если бы они присуждались студентам-исследователям, за исключением особых случаев. Не думаю, что я отношусь к данной категории».

Галатея разволновалась:

– Значит, профессор может получить премию за открытие, а студент – нет? Это ужасная ошибка!

Дзинтара покачала головой:

– Ошибкой это было в момент награждения Хьюиша. Спустя несколько десятилетий неисправленная ошибка, которую было легко исправить, превращается в позор. Кстати, бескомпромиссная позиция

Хойла послужила одной из причин того, что, когда через девять лет его соавтору Фаулеру присудили Нобелевскую премию за работу по синтезу химических элементов, Хойла вычеркнули из списка лауреатов, хотя он внес в эту работу определяющий вклад.

Ещё одно интересное открытие в области пульсаров сделали американские учёные Халс и Тейлор. Миллисекундные пульсары используются астрономами как часы, которые по точности превосходят земные атомные часы. Любые отклонения в частоте говорят об интересных процессах в пульсаре. Халс и Тейлор, исследуя двойной пульсар – пару пульсаров, вращающихся один вокруг другого, – заметили, что пульсары постепенно сближаются, будто их что-то тормозит. Сближение оказалось связанным с тем, что двойной пульсар излучает гравитационные волны, предсказанные теорией Эйнштейна, но ещё никем не открытые. Кривая изменения скорости обращения пульсаров совпадала с теоретической кривой из теории Эйнштейна с точностью выше одного процента. Благодаря пульсарам теория гравитации Эйнштейна получила ещё одно подтверждение, а существование загадочных гравитационных волн было практически доказано.

Это открытие принесло Халсу и Тейлору Нобелевскую премию 1993 года.

– То есть пульсары принесли Нобелевские премии нескольким учёным-мужчинам, но только не их первооткрывателю-женщине! – возмущённо воскликнула Галатея.

Джоселин Белл вошла в историю науки как первооткрыватель пульсаров, что было отмечено Нобелевской премией, хотя премию присудили не ей.

Но настоящие учёные понимают, что научное открытие такого уровня само по себе является ценностью и что любые награды здесь несущественны.

Джоселин Белл можно только поздравить с открытием нового вида звёздных объектов. Её имя навсегда вписано в летопись мировой науки. Ни один комитет не в силах оспорить это безоговорочное решение истории.

Примечания для любопытных

Джоселин (Белл) Бернелл (род. 1943) – известный британский астрофизик. Будучи аспиранткой Энтони Хьюиша, в 1967 году она стала первооткрывателем пульсаров.

Энтони Хьюиш (род. 1924) – известный британский астрофизик, научный руководитель Джоселин Белл. Соавтор открытия пульсаров, получивший за это в 1974 году Нобелевскую премию по физике.

Мартин Райл (1918–1984) – известный британский астрофизик, получивший в 1974 году Нобелевскую премию по физике вместе с Энтони Хьюишем.

Квazarы – активные ядра галактик, компактные и очень мощные источники излучения.

Рассел Халс (род. 1950) – американский астрофизик, лауреат Нобелевской премии по физике (1993).

Джозеф Тейлор (род. 1941) – американский астрофизик, лауреат Нобелевской премии по физике (1993). Научный руководитель Хюлза.

Сказка о социологе Питириме Сорокине, свободе и науке

«Известный социолог Герберт Спенсер думал, что человеческое общество развивается подобно животным организмам – неуклонно и последовательно, эволюционируя от примитивного и отсталого состояния к высокоорганизованному и передовому. Но прав ли он? – размышлял худощавый человек в просторном пальто, стоявший у окна поезда, который увозил его на чужбину. За мутным окном проплывали заштрихованные дождём крестьянские поля, деревни, мокрые рощи. – Если Спенсер прав, значит, революция в России – эволюционное благо, а высылка сотен мыслителей из страны „победившего пролетариата“ – прогрессивное явление. Но как-то не хочется считать себя в 33 года обломком реакционного прошлого...»

Так думал Питирим Сорокин, кутаясь в пальто и оглядываясь на тающую в тумане Россию и первую половину своей жизни.

* * *

Одиннадцатилетний неграмотный мальчик, который, оставшись сиротой после смерти отца-алкоголика, бродил вместе с братом по вологодским селам, зарабатывая росписью церквей.

Пятнадцатилетний *подросток*, с отличием закончивший церковно-приходскую школу и поступивший в духовную семинарию.

Семнадцатилетний *юноша*, ставший социалист-революционером и попавший на несколько месяцев в царскую тюрьму.

Восемнадцатилетний *молодой человек*, приехавший завоевывать столичный Петербург с котомкой за спиной и полтинником в кармане.

Двадцатипятилетний *блестящий выпускник* юридического факультета Санкт-Петербургского университета, оставленный на кафедре для подготовки к профессорскому званию.

Активный участник *Февральской революции* 1917 года в России, депутат Учредительного собрания, личный секретарь министра Керенского.

Заключенный Петропавловской крепости, арестованный вместе с членами Временного правительства.

Борец против большевиков, вынужденный перейти на нелегальное положение и скрываться в северных лесах.

Человек, *приговорённый в 1918 году к расстрелу* за свою контрреволюционную деятельность.

Смертник, которого помиловали лишь потому, что Ленин написал о нём статью.

Политик, который открыто вышел из своей партии, собравшись заниматься только наукой.

Профессор Петербургского университета, основатель первого в России социологического факультета, опубликовавший в 1920 году двухтомник «Системы социологии».

Мыслитель, которого Советская Россия сочла опасным и выслала из страны в 1922 году вместе с другими учёными.

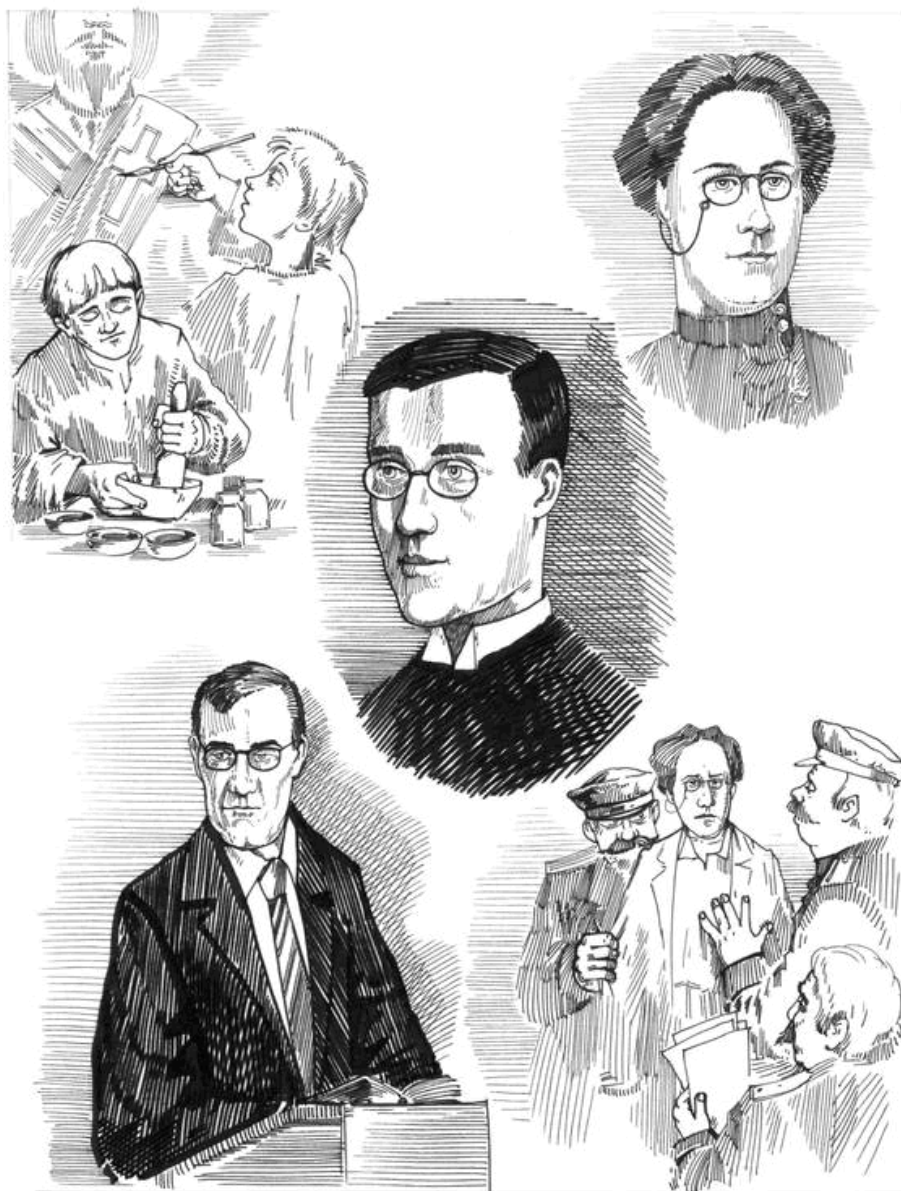
Кто все эти люди?

Это один и тот же человек – Питирим Александрович Сорокин, ещё молодой учёный, но уже видный бывший политик, прошедший через три тюрьмы и три политических режима.

* * *

Сорокин никогда не вернётся на родину, в Россию.

Из Европы он уехал в Америку, где его ждала работа профессора университета в Миннесоте, потом – должность профессора знаменитого Гарвардского университета, где Сорокин организовал и возглавил социологический факультет. В конце концов Питирим Сорокин стал президентом Американской социологической ассоциации, написал много книг, но главным трудом его жизни был четырёхтомник «Социальная и культурная динамика» – классический труд в области социологии.



– Мама, что такое социология? – спросила Галатея.

– Это наука, которая изучает человеческое общество и взаимоотношения людей, как в больших государствах, так и в маленьких коллективах. Спенсер полагал, что социология должна изучать эволюцию человеческого сообщества. Действительно, это сверхзадача... Если бы можно было понять основные механизмы развития земной цивилизации...

Дзинтара замолчала, задумавшись.

– А почему важно знать эти механизмы? – спросил Андрей.

– Если бы удалось открыть достаточно точные законы изменений в обществе и сопутствующей экономике, можно было бы не только объяснить мировую историю, происхождение революций и истинные причины крушения империй, но и ПРЕДСКАЗАТЬ развитие человеческого общества на века вперёд, избежать ужасных ошибок, войн и конфликтов. Мы бы жили, планируя своё будущее оптимальным образом и получая счастливые решения математических уравнений, описывающих движение общества вперёд.

– Неужели реально с помощью уравнений узнать будущее? – поразилась Галатея.

– Будущее отдельного человека – вряд ли, а вот для всего общества или отдельных государств можно было бы составить реалистичный прогноз развития. Ну а конкретному человеку математика помогла бы выбрать учебное заведение, профессию и лучшую область применения своих талантов. Не понимая количественных законов функционирования общества, мы живём наугад, на ощупь, на авось...

В XX веке группа профессора Форрестера создала математическую модель человеческой цивилизации, которая описывала и предсказывала на триста лет вперед численность землян, производство продуктов питания, истощение природных ресурсов, загрязнение среды и ряд других параметров. По результатам этих расчетов в 1970-х годах была опубликована книга «Мировая динамика», которая наделала много шума, так как предсказывала неизбежный кризис человечества в XXI веке.

Эта модель упрощенная, но она стала первым шагом на пути к теории, которую учёные ещё не создали, но обязательно создадут. Иначе мы обречены на непредсказуемые неравномерности человеческой эволюции. Эта проблема была главной научной темой социолога Сорокина, который не соглашался с теорией Спенсера.

Вместе со своими коллегами, профессорами Лосским, Лапшиным и другими, Сорокин изучил тысячи книг разных веков и в результате построил график числа открытий, которые совершало человечество за последние 3000 лет, и обнаружил поразительные факты.



Тысячу лет жители Древней Греции и Рима – с VI века до н. э. до IV века н. э. – совершали примерно одинаковое количество открытий: каждый век приносил 20–30 открытий или изобретений.

– Это примерно одно открытие каждые четыре года! – быстро оценил Андрей, который в последнее время пристрастился делать в уме арифметические вычисления.

Однако в следующие 600 лет – с V по X век н. э. – темп научного прогресса резко снизился: каждый век рождал по четыре открытия.

– Одно открытие за 25 лет! – снова высказался Андрей.

Начиная с одиннадцатого века, научно-технический прогресс оживает, а в последние века второго тысячелетия стремительно ускоряется: с восьми изобретений в одиннадцатом веке к XIX веку темп открытий превысил отметку в 8000 открытий и изобретений, а в XX веке ещё больше усилился.

Сорокин задумался: откуда взялись 600 лет научного бескровия? Почему скорость прогресса увеличилась в последние сотни лет?

Упадок научно-технической мысли после IV века н. э. многие связывают с вторжением варваров на территорию Рима и с чумой. Но войны и болезни потрясали человечество всегда, поэтому такой ответ не устроил пытливого учёного.

С помощью коллег Питирим Сорокин провёл кропотливое исследование, желая понять, как менялось мировоззрение в обществе и с помощью каких методов люди искали истину в разные века. Сорокин выделил три источника истины: «истину чувств», «истину разума», «истину веры» – и тщательно изучил их распространение в цивилизации Древнего Рима и Греции, а также в Западной Европе.

– Что такое «истина чувств» и «истина веры»? – подняла брови Галатея.

– Под «истиной чувств» Сорокин понимал извлечение истины из опыта и информации, которую доставляют в мозг наши чувства через глаза и уши.

– Но, кроме зрения и слуха, есть ещё запах, вкус и осязание! – блеснула знаниями Галатея.

– Правильно. Кроме того, учёные выделяют шестое чувство: кинестезию – ощущение пространственного положения своего тела. Если, закрыв глаза, ты безошибочно прикасаешься пальцем к своему носу, то ориентиром тебе служит это самое шестое чувство.

Под «истиной разума» социолог понимал истину, которую можно извлечь из работы разума, логического мышления. Например, математические теоремы – это «истины разума».

«Истина веры» – это истины, которые люди черпают из своей веры, священных книг. Например, многие считают истиной существование загробного мира, куда переселяются души умерших.

– То есть, в понимании Сорокина, истины не обязательно реальны? Это вещи, в истинность которых люди верят? – уточнил Андрей.

– Да, и в разные времена торжествуют разные истины, которые через несколько веков могут потерять статус истины – когда люди привыкнут к другой системе мышления.

Сорокин сумел оценить количественно, в цифрах, эволюцию всех трёх систем истин в течение почти 3000 лет. Он обнаружил, что в Древней Греции и Риме на фоне религиозных и мистических мировоззрений о богах Олимпа всегда существовали люди – «эмпирики», которые получали истину из научных опытов и рассуждений, не заботясь, что думают многочисленные боги про движение звёзд и планет.

Но всё изменилось, когда наступил V век н. э., ознаменовавшийся расцветом эпохи религиозного мышления и поражением эмпиризма. Сорокин пишет:

«Произошло одно из самых великих и глубочайших преобразований сознания в истории человечества – революция в самих основах истины, знания, мудрости... Сущность этой революции заключалась в полной замене истины чувств и истины разума... истиной чистой веры – догматической, сверхрациональной... открыто отрицающей все другие источники истины и знания и презиравшей их...»

V век н. э. – это первый век без Александрийского мусейона – крупнейшего научного учреждения античного мира. Там была своя библиотека, обсерватории, университет. Туда приезжали учиться великие учёные Греции и Рима. Высокая математическая культура, изящные эксперименты – чего стоит одно измерение Эратосфеном радиуса Земли с помощью анализа теней в глубоких колодцах Асуана!

Получив от римского императора Константина в IV веке мандат на полновластие, христианская церковь реализовала его, разрушив Мусейон в 391 году, а в 410 году убив последнего яркого представителя александрийских учёных – Гипатию. Её последнего ученика зарезали два года спустя; остальные учёные просто сбежали от террора, и крупнейший центр науки Древнего мира перестал существовать. Это стало началом первого «пустого» века.

Сорокин так описывает столкновение людей новой эры и приверженцев старых взглядов:

«Сторонники восходящей истины (христиане) отчётливо понимали её несовместимость с истиной чувств и истиной разума и вполне осознавали смысл своих безжалостных атак на приверженцев былых истин. Сторонники же идущей к упадку истины чувств и разума (интеллектуалы, учёные и философы),

по-видимому, не понимали... серьёзности ситуации и той смертельной опасности, в какой оказалась их система истины и знания».

– Я с ним не согласен! – воскликнул Андрей.

Дзинтара с удивлением посмотрела на него – маленький мальчик не согласен с великим социологом?!

Андрей запальчиво добавил:

– Я думаю, что Гипатия прекрасно понимала, насколько опасно выступать против религиозных фанатиков, уничтоживших Александрийскую библиотеку. Но она не могла поступить иначе.

Дзинтара внимательно посмотрела на сына и кивнула:

– Думаю, ты прав.

В смене мировоззрения Питирим Сорокин, кстати православный христианин, и видит причину научного упадка V–XIII веков. Он пишет: «...Если говорить современным языком, „ненаучная и суеверная“ истина веры восторжествовала и овладела монополией почти на девять столетий в форме системы истины христианской веры».

Он отмечал, что христианский апостол Павел питал глубокое презрение к философии, считая, что «мудрость мира сего есть безумие перед Богом». Люди перестали искать истину в опыте, нашли её в Библии и глубоко уверовали в неё.

«...Христианские мыслители почти полностью отрицали чувственно-эмпирическую (научную) систему истины и принимали в основном истину веры с примесью истины раблепного разума.

Если когда-либо в истории западной мысли философы (да и народ в целом) чувствовали, что ими владеет истина, вся истина и ничего, кроме истины, – так именно в это время. Не было тогда ни скептицизма, ни вопрошания, ни сомнения, ни относительности, ни колебания, ни оговорок».

В результате научно-техническое развитие человечества резко – почти в 10 раз! – замедлилось почти на 1000 лет. Катастрофа видна и по многим другим фактам. Если среди свободных горожан греческих и римских полисов грамотность была обычным явлением, то в «пустые века», которые называют «тёмными веками», этот культурный обычай основательно забыли. Император Карл Великий, живший в восьмом веке, был неграмотен, как и его графы! Лишь в XIII веке число открытий и изобретений достигает уровня Древней Греции и Рима.

Сорокин доказал смену мировоззрения в первых веках с эмпирического на религиозное и тем самым показал, что не варвары и не чума являются причиной замедления научно-технического прогресса. Варвары могли уменьшить число философских трудов, но они были не способны повлиять на их содержание, в частности на рост религиозности.

– Варвары не знали грамоты и не участвовали в научных спорах, – авторитетно заявил Андрей.

– Да, вряд ли варвары и чума виноваты в распространении по Европе в качестве главного научного довода ссылки на священные источники, – кивнула Дзинтара.

Причины роста научно-технического прогресса после XI века Питирим Сорокин видит в очередной смене мировоззрения в обществе:

«В конце XI века опять возникает и начинает усиливаться эмпирическая система истины... Снова пробудился дух эмпиризма – факт, полностью согласующийся с тем, что показывает кривая роста научных открытий...

К концу XV – началу XVI века эмпирическая наука и научные открытия принесли столько плодов, что...единственным фундаментом, на котором можно было построить новое здание истины, оказалась истина чувств».

Сорокин отметил главную тенденцию последних веков:

«...нарастающий прилив эмпиризма, сопровождавшийся столь же нарастающим валом научных открытий.

Наступила настоящая эра истины чувств, которая по своему могуществу, глубине и блеску едва ли имеет аналог в других культурах и других эпохах».

Социолог говорил, что в наше время «ненаучный» звучит так же уничижительно, как «еретический» в период раннего Средневековья.

Изучив эволюцию человеческой цивилизации, Сорокин опроверг утверждение Спенсера: «Не наблюдается никакой линейной тенденции ни в истории отдельных культур, ни в истории всего человечества».

– Но все-таки сейчас мы живём в гораздо более передовом обществе, чем древние греки! – сказала Галатея, которой стало немножко жаль Спенсера.

– Да, но путь к современной науке был тернист, расцветы сменялись провалами – в зависимости от умонастроений в обществе. Сорокин показал, что единственным эффективным способом совершать открытия является опора на свои чувства и разум, а не на священные книги.

Дзинтара задумчиво посмотрела на своих детей и сказала:

– Чему учит нас труд Питирима Сорокина? Если хочешь стать учёным или трезвомыслящим человеком, помни, что монополизм и отсутствие сомнений – главные враги истины и науки. Нужно сохранять скептицизм к любым авторитетам – и к апостолу

Павлу, и к учёному Сорокину. Нужно не верить, а думать, сомневаться и искать!

Примечания для любопытных

Питирим Александрович Сорокин (1889–1968) – знаменитый русско-американский социолог и мыслитель.

Герберт Спенсер (1820–1903) – английский философ и социолог, один из родоначальников эволюционизма.

Николай Онуфриевич Лосский (1870–1965) – видный русский философ, основатель философского интуитивизма. Выслан из России в 1922 году.

Иван Иванович Лапшин (1890–1962) – видный русский философ, музыковед. Выслан из России в 1922 году.

Император Карл Великий (742 или 747–814) – король франков и император Западной Римской империи. Прославленный полководец огромного роста (192 см). От имени Карла произошло название династии Каролингов и слово «король».

Апостол Павел (ок. 5–10 – ок. 64–67) – один из активных проповедников христианства. Послания Павла составляют значительную часть Нового Завета.

Сказка о легендарном физике Стивене Хокинге, который испарил чёрную дыру

Как только Никки переступила порог дома Дзинтары, её встретила Галатея.

– Никки, ты обещала рассказать про чёрные дыры, – напомнила Галатея гостье.

– Раз обещала, расскажу, – сразу капитулировала королева.

Настал вечер и время очередной научной истории. Никки разместилась поудобнее и начала говорить:

– Загадочность сферы Шварцшильда (помните эту сказку?) не исчерпывается остановкой времени – с точки зрения внешнего наблюдателя. Учёные неожиданно обнаружили, что уравнения Эйнштейна имеют ещё одно решение – с точки зрения космонавта, падающего на чёрную дыру. Для него время на корабле не замедляется, и космонавт за считанные минуты полёта может достичь поверхности Шварцшильда, даже пересечь её.

– Значит, корабль, за которым мы следили в прошлой истории про Шварцшильда и который навечно застрял на границе черной дыры, достигнет и пересечёт её? – удивилась Галатея.

– Да, но только по своим собственным часам. Для космонавта на этом корабле пройдёт всего 25 минут. И если он в корабельный телескоп будет следить за Землей, то увидит, как на Земле все процессы неимоверно ускорились – за считанные минуты корабельного времени на нашей планете прошли многие миллиарды лет, горы разрушились, океаны высохли, и даже атмосфера улетучилась в космос.

– А у него на корабле прошло всего двадцать пять минут? – не могла поверить Галатея.

– Да, даже чай в чашке полностью не остыл, – подтвердила Никки. – Тут учёные призадумались: как совместить два противоречивых решения уравнений Эйнштейна, одно из которых утверждает, что, с точки зрения внешнего наблюдателя, сферу Шварцшильда пересечь нельзя, а другое – что для падающего наблюдателя это вполне возможно?

Мы можем создать или представить себе создание робота-наблюдателя, который не будет нуждаться в кислороде и способен к самопочинке. Такой робот сможет с Земли или Луны постоянно следить за падающим в чёрную дыру кораблем. И согласно докладам этого вечного робота, которые он составляет каждые 100 миллиардов лет, корабль НИКОГДА не достигнет поверхности чёрной дыры.

Но космонавт с ним не согласен и долетает на своём корабле до её поверхности, не успев даже проголодаться! Момент пересечения поверхности Шварцшильда оказывается фантастически интересным: с точки зрения космонавта, во внешнем мире пройдёт время большее, чем бесконечность...

Настоящий парадокс!

– Время больше бесконечности. Вот это да... – открыла рот Галатея. – И как учёные смогли решить этот... парадокс?

– Никак. Они не знают, как его решить. Он до сих пор существует.

– Учёные не знают?!

– Учёные – самые знающие люди в мире, и именно поэтому они понимают, как много не знают. Знание часто сравнивают с кругом света в темноте. У кого круг света больше, тот лучше знает, сколько простирается вокруг темноты неизвестного.

– Надо помочь учёным с этим парадоксом... – пробормотал Андрей себе под нос.

Но Галатея услышала и ревниво на него покосилась. Видимо, у неё были свои планы на магическую сферу Шварцшильда.

– На этом парадоксы чёрной дыры не заканчиваются. Из нескольких страничек, написанных Карлом Шварцшильдом в 1916 году во фронтовом госпитале, выросла целая наука – физика чёрных дыр. Одной из её главных задач является изучение поведения вещества внутри чёрной дыры.

Уравнения Эйнштейна не запрещают космонавтам находиться внутри сферы Шварцшильда. Если космонавт ухитрился миновать её поверхность, дальше он летит к центру чёрной дыры без особых помех.

– А разве там не будет сверхплотного вещества? – спросил Андрей.

– Чем больше по размеру чёрная дыра, тем больше её масса, но меньше плотность. Если взять очень большую чёрную дыру, плотность вещества в ней может быть очень мала. Например, теоретически возможно, что мы с вами живем в черной дыре, потому что вся наша Вселенная ею и является. А вещества в космосе вокруг нас совсем немного.

– Ничего себе... – пробормотал ошарашенный Андрей. – Какой неожиданный поворот событий!

– Два молодых англичанина, Роджер Пенроуз и Стивен Хокинг, стали анализировать падение вещества внутри сферы Шварцшильда. Они с удивлением обнаружили, что если масса чёрной дыры сохраняется, то всё её вещество должно сжаться в точку в центре дыры.

– То есть и масса Солнца должна сжаться в точку? – переспросил Андрей. – Как же она там поместится?

– Речь идёт не только об одной звезде. Если рассмотреть сжатие всей Вселенной (сейчас она расширяется, но ведь никто не может нам запретить мысленный эксперимент по её сжатию?), окажется, что даже она должна превратиться в точку в конце своего коллапса или падения сама в себя.

– Наверное, тут какая-то ошибка! – воскликнул возбужденный Андрей. – Ведь во Вселенной сотни миллиардов галактик, и каждая из них состоит из сотни миллиардов огромных звёзд. Как всё это можно сжать в точку? Какого она будет размера?

– В том-то всё и дело, – покачала головой Никки. – Точка не имеет размера. Можно сказать, что точка – это шар нулевого радиуса. В ней плотность сжимающегося вещества становится бесконечной, поэтому учёные зовут её сингулярностью (от латинского слова «singular» – «особый»).

– Тогда точно ошибка! – решил Андрей.

– Пенроуз и Хокинг доказали наличие сингулярности как математическую теорему. Так что простых ошибок здесь быть не может. Но, действительно, многие учёные надеются, что развитие науки преодолеет силу теоремы Пенроуза – Хокинга. Ведь она доказана в рамках теории Эйнштейна и при определенных предположениях. А если внутри чёрных дыр станут существенными квантовые эффекты? Тогда ситуация может измениться. Возможно, внутри чёрных дыр нарушается одно из условий теоремы Пенроуза – Хокинга – например, окажется, что сжимающееся вещество может уменьшать свою гравитационную массу. Это тоже может спасти гигантскую Вселенную от сжатия в бесконечно малую точку.

– Учёным определённо нужна помощь! – воскликнула Галатее и покосилась на брата, то ли ища поддержки, то ли в надежде его опередить.

– Стивен Хокинг был очарован чёрными дырами и продолжал размышлять о них. Он страдал тяжёлым заболеванием и оказался прикован к инвалидной коляске на десятки лет. Но полёт мысли болезнь не смогла остановить. Стивен много размышлял о том, как чёрная дыра плывёт в пустоте и поглощает всё на своём пути. Неужели нет способа отобрать вещество у абсолютного пожирателя материи?



Хокинг обдумывал поляризацию вакуума – как она поведёт себя возле чёрной дыры?

– Чего он обдумывал? – не поняла Галатея. – Полярный вакуум?

– Нет, поляризацию вакуума. Если поместить какой-нибудь металлический шар в сильное электрическое поле, то под его действием электроны сбегутся на один край шара и на нём возникнет отрицательный заряд. При этом на другой части шара возникает дефицит электронов – положительный заряд. Возникновение таких зарядов на теле под воздействием электрического поля называют поляризацией.

– Это поляризация металлического шара, – отметил внимательный Андрей. – Но в вакууме ничего нет, это пустота. Что там поляризуется?

– Сам вакуум. С точки зрения современной физики, вакуум – не пустота, а поверхность невидимого энергетического моря, под которой дельфинами плавают различные элементарные частицы – электроны, протоны, нейтроны и другие. От обычных частиц они отличаются тем, что их энергия гораздо меньше. Они плавают в глубине энергетического моря Дирака и поэтому не обладают степенью реальности обычных электронов и протонов. Таких глубинных обитателей моря Дирака учёные стали называть «виртуальными» частицами.

– Как виртуальная реальность в компьютерах? – спросил Андрей.

– Да, в обоих случаях термин «виртуальность» означает значительное отличие от реальности. Это море невидимых элементарных частиц называют морем Дирака, по имени его первооткрывателя. Море Дирака хранит много чудес. Исследуя его, учёные поняли, откуда в ускорителях при столкновении двух протонов берётся множество других частиц: сталкивающиеся частицы сообщают обитателям моря Дирака столько энергии, что виртуальные «рыбы» энергетического моря выпрыгивают в мир реальных частиц.

– А без ускорителя можно увидеть поляризацию вакуума?

– Если взять два мощных лазера с очень короткой длиной волны излучения (их называют гразера-ми) и скрестить лучи гразеров в космическом вакууме, на их пересечении вакуум заискрится: из моря Дирака будут выбиваться пары электронов и позитронов, которые по отношению друг к другу являются античастицами.

– А, соединяясь, античастицы аннигилируют и рожают вспышку! – поспешил поделиться своими знаниями Андрей.

– Верно, именно поэтому вакуум в зоне пересечения лучей двух лазеров будет светиться – рождённые пары частиц снова будут исчезать, но уже разбрасывая кванты света во все стороны. Когда Стивен Хокинг сумел рассчитать поляризацию вакуума не в поле лазерных лучей, а в сильном гравитационном поле чёрной дыры, он с удивлением обнаружил, что дыра будет испаряться из-за поляризации вакуума!

Многочисленные пары частиц и античастиц возникают у самой поверхности Шварцшильда. И хотя они не пересекают её, но так взаимодействуют с чёрной дырой, что масса последней уменьшается, а наружу – к внешнему наблюдателю – идёт поток квантов света и элементарных частиц, рождённых у самой поверхности чёрной дыры.

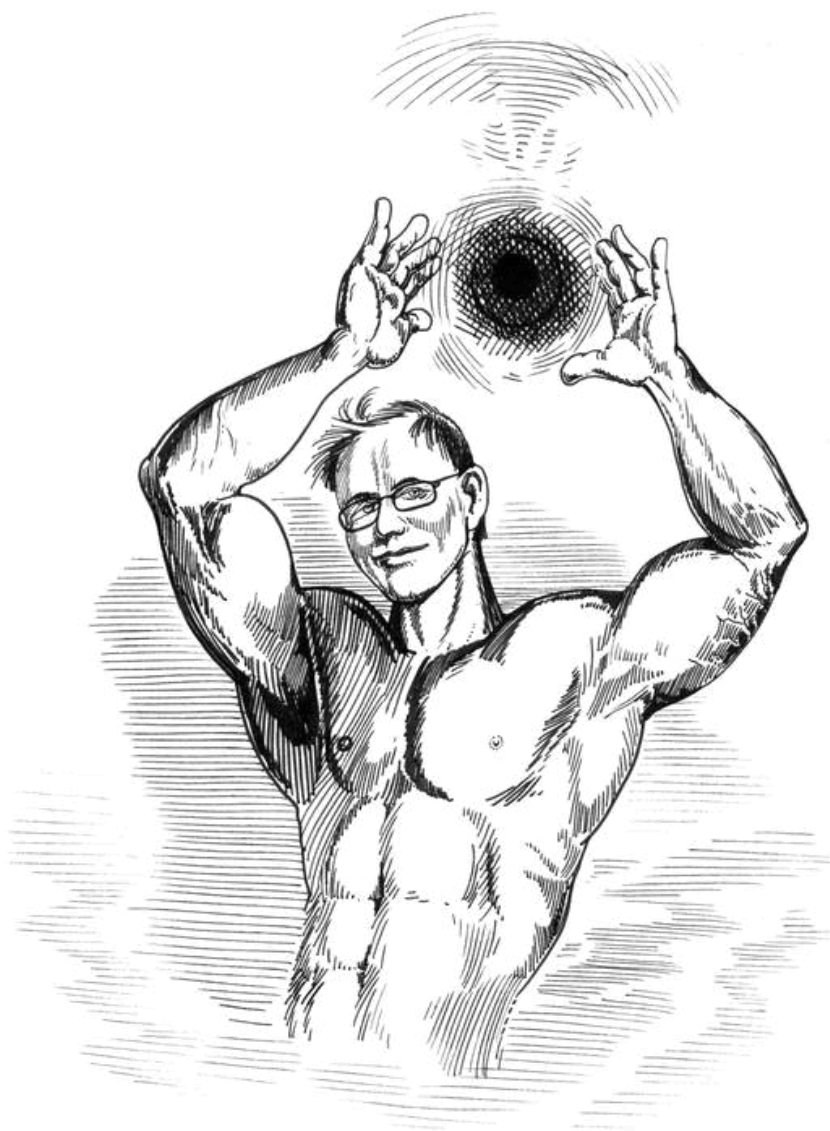
– Значит, чёрная дыра, которая может появиться на месте нашего Солнца, будет ярко светиться и скоро исчезнет?

– Такие массивные чёрные дыры светятся очень слабо и незначительно меняют свою массу. Но если представить себе очень маленькую чёрную дыру с массой песчинки, то она будет светиться очень ярко, а в последний момент исчезнет, породив мощную вспышку.

Учёные пытаются найти такие вспышки излучения Хокинга от мини-дыр, но пока безуспешно. Когда в начале XXI века физики запускали новый ускоритель – Большой адронный коллайдер – газеты и телевидение наполнились предсказаниями о рождении чёрной дыры, которая засосет всю Землю. Далекие от физики люди не понимали, что, даже если микроскопическая чёрная дыра и сможет родиться при столкновении двух протонов, она почти мгновенно испарится, как любая короткоживущая элементарная частица.

– То есть Хокинг сделал открытие на бумаге, а в реальности найти его излучение не могут? – спросил Андрей.

– Да. Пока мы слабо знаем физику пространства-времени возле сингулярностей. Может, всё вещество нашей Вселенной возникло в ходе поляризации вакуума и таких вспышек чёрных дыр?



– Какие волшебные эти чёрные дыры! – восторженно воскликнула Галатея. – Они останавливают время, вылавливают частицы из моря Дирака, да ещё и взрываются! – Не говоря о том, что мы сейчас вращаемся вокруг чёрной дыры, которая сидит в центре нашего Млечного Пути! – напомнил Андрей.

– А давайте построим корабль, который может плыть по морю Дирака! – предложила Галатея.

Никки с удивлением посмотрела на маленькую девочку.

– Эта идея настолько фантастическая, что я не удивлюсь, если когда-нибудь она осуществится.

Примечания для любопытных

Сингулярность (физическая) – точка, где гравитационная сила равна бесконечности, как и плотность вещества или энергии. Сингулярность формируется, например, в центре чёрной дыры.

Вакуум – пространство, свободное от реального вещества. Обладает целым рядом физических свойств и участвует во многих процессах микромира.

Стивен Хокинг (1942–2018) – знаменитый английский физик-теоретик. Известный популяризатор науки, в том числе, автор научно-популярных книг для детей, например «Джордж и тайны Вселенной».

Поль Дирак (1902–1984) – великий английский физик-теоретик. Один из создателей квантовой механики. Лауреат Нобелевской премии (1933).

Большой адронный коллайдер – самый большой в мире кольцевой ускоритель элементарных частиц, запущенный в 2008 году. Расположен на границе Швейцарии и Франции. Длина кольца – 26,7 км. Ускоритель снабжен сверхпроводящими магнитами.

Сказка о химике Бужигесе и об Африке, где водятся гориллы, крокодилы и атомные реакторы

Однажды вечером в доме Дзинтары появился гость – профессор Хао Шон, известный китайский учёный, старый друг и однокашник принцессы.

С детской непосредственностью Галатея спросила гостя за ужином:

– Какую сказку вы знаете?

– Сказку?! – Глаза профессора Хао стали по-европейски круглыми.

– Никки всегда рассказывает нам новые истории, когда приезжает. Даже её сын Майкл рассказывал, – сообщила Галатея об исторических прецедентах.

– И какую сказку вспомнил Майкл? – поинтересовался профессор.

– Про проблему географической долготы, как её решали часовщики и астрономы, – пояснил Андрей.

– Ах, вот какие сказки вы слушаете... – Гость призадумался, но быстро нашёлся: – Я тоже знаю одну историю, которая мне очень нравится. Я часто её рассказываю, и не только детям.

– О чём эта история? – спросила Галатея.

– Это история про Африку, где водятся гориллы, крокодилы и атомные реакторы... – начал свой рассказ профессор.

– Хао, не слушай этих нахалов, – сказала Дзинтара. – Давайте спокойно поужинаем, а затем уже приступим к сказкам.

– Хорошо, – согласился профессор. И дети навалились на десерт.

Наконец, пришло время для вечерней сказки.

Эта удивительная история началась во Франции, стране, которая три четверти своей электроэнергии получает от атомных электростанций. Поэтому туда возят урановую руду из Африки.

Повседневная работа французского химика-аналитика Бужигеса заключалась в исследовании образцов урановых руд. Однажды он обнаружил необычный изотопный состав урана, привезённого из страны Габон. Стандартное содержание урана-235 в природной смеси трёх изотопов урана – 234, 235 и 238 составляло 0,720 %.

– Ой! – перебила профессора Галатея. – А что такое изотопы урана?

– Хм... – Профессор задумался, как посложнее ответить на простой вопрос. – Изотопы урана... Уран отличается от соседей по химической таблице Менделеева зарядом и массой...

– А что такое таблица Менделеева? – снова перебила Галатея.

Профессор понял, что ему придётся отвечать по всей строгости научных сказок, и стал объяснять, размахивая руками:

– Ядра атомов каждого элемента: кислорода, железа, урана – состоят из двух типов частиц: нейтральных и заряженных. Нейтральные частицы зовут нейтронами, а заряженные – протонами.

Химические свойства элемента зависят от количества протонов в ядре, заряд которого нейтрализуется таким же числом отрицательно заряженных электронов на орбитах вокруг ядра. А вот количество нейтронов в ядрах может меняться. Это почти не влияет на химические свойства элементов.

Если исследовать природный уран, добытый в Африке и в других местах на планете, мы увидим, что все ядра урана одинаковы по количеству протонов, но не все одинаковы по числу нейтронов: некоторые ядра содержат больше нейтронов, другие меньше. Разные по массе ядра урана называются разными изотопами урана. Уран-235 – это уран, в котором 92 протона и 143 нейтрона, а ядро урана-238 имеет 92 протона и 146 нейтронов. Таблица Менделеева описывает все химические элементы, найденные в природе, и расставляет их по числу протонов в ядре, что задаёт их химические свойства.

Однако, если с точки зрения химии разные изотопы одного и того же элемента практически не отличаются, их ядерные свойства могут быть очень разными. Ядра разного состава обладают неодинаковой устойчивостью: есть стабильные или долгоживущие изотопы элементов, а есть очень нестабильные, радиоактивные. Все изотопы урана радиоактивны, но уран-235 распадается быстрее 238-го собрата. Поэтому его на Земле осталось мало. Вы знаете, откуда на Земле уран?

– Знаем! – хором закричали дети. – Оттуда же, откуда железо в нашей крови, – от взрыва Сверхновых звезд!

– Правильно! Взрыв Сверхновой – не шутка.

Мощный поток нейтронов обрушивается на ядра железа и других элементов из середины таблицы Менделеева, накопившихся в звезде к концу её жизни. И вот ядро железа получает в свои внутренности один «лишний» нейтрон, второй, третий... И если «лишние» нейтроны успеют претерпеть радиоактивный распад и превратятся в протоны, ядро изменит свой заряд, химические свойства и место в таблице Менделеева. Так из железа получается тяжелое ядро из конца менделеевской таблицы, например уран. При взрыве звезды разных изотопов урана образуется примерно поровну. Когда вспышка Сверхновой прекращается, выброшенные облака разлетаются по всем уголкам космоса и остывают, оседая в местах, где формируются новые небесные тела, в том числе наше Солнце с Землей и другими планетами. Так уран с других звёзд попал в Солнечную систему. Поскольку уран нестабилен, со временем его на Земле становится все меньше, причём более короткоживущего урана-235 почти совсем не осталось, только 0,720 %! И такая доля 235-го изотопа наблюдается во всех урановых рудах на Земле,

а также в образцах лунного грунта и метеоритах. Данная величина зависит только от космической истории нашей Солнечной системы.

Со временем на Земле появились любознательные люди, которые по соотношению оставшихся изотопов урана и продуктов их распада смогли оценить возраст родной планеты. Они открыли, что, если стукнуть по ядру урана нейтроном, оно может развалиться на два осколка – ядра из середины таблицы Менделеева. Но такие дочерние ядра связаны крепче, чем ядро урана (по этой причине термоядерное горение в звездах не идет дальше железа), поэтому при делении урана будет выделяться излишек энергии! Крошечная доля энергии взрыва Сверхновой, запасенная когда-то в ядрах урана, может сейчас послужить нам на Земле! Тепло, выделяемое урановыми стержнями в атомном реакторе, нагревает воду, превращая её в пар, вращающий турбины электростанции (в этом смысле атомная электростанция отличается от тепловой лишь источником тепла). Когда люди овладели энергией деления ядер, они впервые смогли использовать энергию, рожденную не на Солнце, потому что все остальные источники энергии: нефть, газ, уголь и дрова – представляют собой энергию Солнца, аккумулированную в горючем материале, накопленном в течение долгой истории Земли.

Для работы атомной электростанции нужен, главным образом, 235-й изотоп урана. Его ядра более нестабильны, то есть соединены слабее, чем ядро урана-238; такое ядро можно поделить медленным нейтроном, причем с большой вероятностью. Быстрые нейтроны способны вызывать деление ядер и 235-го, и 238-го изотопов, но вероятности таких процессов малы.

Чаще всего природный уран перед загрузкой в реактор обогащают, специальным образом отсеивая часть атомов 238-го изотопа.

– Теперь вы понимаете, почему содержание 235-го изотопа в природном уране так важно?

– Понимаем! – ответил за двоих Андрей. – Но мы не понимаем другое: почему ядро урана-235 можно разделить медленным нейтроном, а 238-го нельзя? И почему вероятность поделить ядро медленным нейтроном больше, чем быстрым?

– Чтобы ответить на эти вопросы, наша сказка должна растянуться как минимум на полгода, – улыбнулся профессор Хао. – В этом случае она будет называться «Курс ядерной физики».

– Но скажите хотя бы, откуда берутся нейтроны для деления ядер урана? Ведь Сверхновая поблизости не взрывается!

– Это просто. При делении каждого ядра урана вылетает два или три новых нейтрона, и их можно использовать для того, чтобы вызвать деление соседних ядер. То есть сами ядра урана при развале порождают нейтроны, которые используются для развала других ядер. Это называется цепной ядерной реакцией.

Профессор сделал вопросительную паузу, но новых детских вопросов не последовало.

Итак, согласно измерениям Бужигеса, процент урана-235 в исследованной им партии руды составлял не 0,720 %, а всего 0,717 %. Речь идёт о разнице в три тысячных процента! Но Бужигес оказался внимательным человеком, придавшим этой «недостаче» большое значение. Выходит, в давние времена кто-то в Африке жег урановое топливо в ядерных реакторах и израсходовал часть драгоценного 235-го изотопа.

Галатея и Андрей взволнованно переглянулись, и Хао довольно улыбнулся.

– Наверное, вы подумали про древних инопланетян?

В Африку снарядили экспедицию, которая обнаружила, что изменение изотопного состава в урановой жиле в Габоне вызвано работой древних ядерных реакторов, которые существовали почти 2 миллиарда лет назад и изменили изотопный состав урановой жилы.

Африканские атомные реакторы – их в Габоне открыли около двух десятков – оказались созданы не инопланетянами, а самой природой. Два миллиарда лет назад содержание в урановой жиле легкоделящегося урана-235 достигало 3 %. Кроме того, урановая жила в Габоне располагалась возле речки, а вода является естественным замедлителем нейтронов.

– Это что такое?

– Нейтроны, рождающиеся при делении ядер, быстрые. А делить ядра урана-235, как мы помним, лучше медленными. Поэтому, чтобы организовать цепную реакцию, родившиеся нейтроны нужно замедлить – уменьшить их скорость. Таким замедлителем в реакторах, созданных человеком или природой, может служить вода.

Когда-то на отмели африканской речки распад ядер урана в природной жиле рождал нейтроны, они уменьшали свою скорость, проходя через мокрый грунт, и делили другие ядра урана-235, вызывая новые распады. В результате урановая жила метровой толщины в течение получаса разогревалась до тепловой мощности в сотню киловатт...

– Это мощность сотни комнатных электрокаминов! – воскликнул Андрей.

– ...пока грунтовые воды не закипали и не испарялись. При исчезновении замедлителя реактор угасал и остывал два с половиной часа. Потом вода снова проникала по трещинам в остывшую урановую жилу, и трёхчасовой цикл повторялся.

Примечательно, что японец Пол Курода, родившийся в Японии и ставший впоследствии профессором в американском университете Арканзаса, ещё в середине XX века предсказал возможность естественных атомных реакторов в далёком прошлом, когда уровень радиоактивности земных пород был гораздо выше нынешнего. Курода считал эту работу делом своей жизни и настойчиво изучал проблему, невзирая на насмешки коллег. Потребовалось два десятка лет, чтобы его предсказание подтвердилось, после чего он стал знаменитым.



Естественные атомные реакторы, предсказанные Куродой, возникали в небольших урановых жилах, где возможна цепная реакция деления урана. Но мы хорошо знаем о другом естественном реакторе: вся наша Земля представляет собой огромный атомный реактор, жар которого разогрел планету до расплавленного состояния, сохраняющегося до сих пор под тонким слоем твёрдой земной коры.

Вулканизм и тектоническая подвижность континентальных плит – внешние проявления атомного жара, который выделяется внутри планеты.

Вряд ли на Земле с холодными недрами была бы возможна жизнь.

Мы живем на поверхности земного атомного реактора, греемся в лучах солнечного термоядерного реактора и при этом панически боимся радиации и прогресса в ядерной физике.

Открытие естественного ядерного реактора, аналогичного искусственному по размерам и принципам функционирования, стало поучительным щелчком по самолюбию человека. Ведь многие учёные,

включая Энрико Ферми, полагали, что атомный реактор является исключительным достижением человека разумного.

– Как долго работали африканские реакторы? – спросила Галатея.

– Сотни тысяч лет! – ответил Хао. – В смысле надёжности атомных реакторов людям тоже есть чему поучиться у природы.

Галатея представила себе африканскую речку, весело журчащую возле песчаной отмели. Вдруг раздался свист и шипение, и из песка начали бить струи горячего пара. Атомный реактор заработал! Фонтаны били долго, но постепенно угасли – реактор начал остывать... Пройдёт два с половиной часа, и фонтаны пара снова раздвинут песок и ударят в небо. Так продолжалось не годы и не века, а сотни тысяч лет!

– Какой молодец Бужигес, заметивший ничтожное отклонение в составе руды! – сказал Андрей.

Учёный сокрушённо покачал головой.

– Я всегда призываю молодых учёных к научной внимательности, которую продемонстрировал химик-аналитик Бужигес. Это значит – замечать и тщательно исследовать все необычные отклонения от существующих моделей или представлений. Не оставлять непонятное за спиной! Даже маленькое противоречие между теорией и экспериментом может стать истоком чего-то нового и важного. Чем досаднее несовпадение формул и реальности, тем больше здесь таится перспектив. Нужно не скрывать или заглаживать трудности нашего понимания, а всячески вскрывать и выпячивать их.

Если вам подсовывают теорию, которая что-то неплохо объясняет, но требует натяжек и подтасовок, не соглашайтесь на неё! Не покупайтесь на иллюзии!

Хао назидательно поднял палец.

– Это очень трудное правило! Измученный неудачами учёный может схватиться за любую теорию, хотя бы частично объясняющую экспериментальные загадки, над которыми он бился всю жизнь... А если полуживую теорию согласятся профинансировать? И если придут к тебе ученики с просьбой быть их учителем? Так трудно сказать всем, что этот успех – ещё не успех, а в лучшем случае – шаг в правильном направлении, что надо идти дальше и искать другую, подлинную и окончательную причину загадочного феномена. Порой у учёного нет сил расстаться со своей полудохлой, едва работающей теорией. Он её беспрерывно чинит, как старое авто, замазывает лаком проржавевшие крылья и говорит всем, что она вот-вот полетит, будто птица. А она всё не летит и не мчится, а новые данные делают в ней всё больше дыр, и жизнь учёного проходит не в поиске истины, а в лакировке лжи.

Хао повысил голос:

– Учёный должен быть бескомпромиссным максималистом или искать себе другую, не столь честную работу! Он должен останавливаться в поиске не когда получено финансирование, а когда найдена истина...

– Что-то не очень-то похожа твоя история на сказку... – прищурилась Дзинтара.

– Всё равно она очень интересная, а это главное! – заступилась Галатея за профессора.

Примечания для любопытных

Габон – страна на западе Центральной Африки, расположенная на побережье Атлантического океана.

Пол Курода (1917–2001) – химик, родившийся в Японии и эмигрировавший в США в 1949 году. В 1952 году стал ассистентом профессора в университете штата Арканзас, где и проработал до выхода на пенсию в 1987 году. Математически рассчитал работу природного атомного реактора и предсказал возможность существования таких реакторов в прошлом.

Дмитрий Иванович Менделеев (1834–1907) – великий русский химик, открывший периодичность в химических свойствах элементов и разместивший их в виде таблицы (таблицы Менделеева).

Энрико Ферми (1901–1954) – знаменитый итало-американский физик. Лауреат Нобелевской премии (1939). Один из создателей первого атомного реактора.

Сказка о камнях, летающих по небу

Гроздья янтарных ягод заставляли лозу сгибаться до земли. Крестьяне, работавшие на полях вблизи французского городка Люсэ, спешили с уборкой урожая: в загорелых руках сверкали острые ножи, и корзины быстро наполнялись тугими виноградными кистями. Два подростка относили поскрипывающие от веса плетёнки на край поля. Сентябрьское солнце клонилось к закату, но времени до темноты ещё оставалось достаточно. Неожиданно в чистом голубом небе что-то ярко вспыхнуло, и возникло странное облако. Многие крестьяне бросили работу и выпрямились, разглядывая зловещий дым. Неспешно переговариваясь, они смотрели на облачко, загораживаясь от солнца козырьками из мозолистых ладоней. Вдруг грянул неожиданный гром, заставивший многих испуганно вскрикнуть. Те, кто внимательно следил за облаком, успели разглядеть тёмный предмет, мелькнувший на фоне синего неба и врезавшийся в землю недалеко от виноградника.

Подростки первыми бросились к месту падения небесного камня. Поколебавшись, за ними отправились и остальные.



В неглубокой яме лежал чёрный, словно обугленный, камень. Крестьяне осторожно подошли к «пришельцу» и окружили его плотным кольцом. Нервы у всех были на пределе, многие крестились и шептали молитвы. Самый непоседливый паренек, Жак, протянул руку, коснулся камня – и вскрикнул! Этого крестьяне уже не выдержали и дружно шарахнулись от страшного камня, прилетевшего с неба.

Жак остался на месте, воскликнув:

– Ничего страшного, он просто холодный! Я думал, что он будет горячий, а он – как лёд!

Действительно, небесный камень был замороженным, словно прилетел из зимы.

Все крестьяне забыли про работу и дружно отправились к мэру города Люсэ. Гордый Жак тащил небесный камень – больше никто не хотел иметь с ним дело.

Мэр выслушал взволнованных очевидцев падения камня и сразу им поверил. Эти трудолюбивые люди не станут выдумывать нелепицы и морочить голову! Вот и сам камень – всё ещё странно прохладный, словно небеса сделаны из льда. Мэр поблагодарил крестьян, забрал находку и отправил её во Французскую академию наук вместе с сопроводительным письмом, рассказывающим о падении небесного камня ранним вечером 13 сентября 1768 года.

Никто не знал, откуда берутся такие камни. В те времена обыватели думали, что это «громовые камни», которые рождаются в небе громом. Большинство учёных считали истории о камнях с неба народными суевериями.

Французская академия наук назначила специальную комиссию по изучению громового камня, якобы упавшего возле города Люсэ. Туда входил знаменитый химик Лавуазье, открыватель кислорода в атмосфере Земли. Комиссия исследовала камень и признала его результатом удара молнии в песок. «Камни не могут падать с неба!» – твердо заявила комиссия. Французская академия долго оставалась на этой позиции, высмеивая легковерных и суеверных обывателей.

В середине того же века, в 1749 году, в далёкой тайге под Красноярском сибирский казак Яков Медведев наткнулся на странную глыбу – она была явно металлической, но включала множество жёлтых полупрозрачных камней. Металл был покрыт мхом, но ржавчиной не тронут. Казак был кузнецом и решил пустить глыбу в дело. Он с большим трудом перевёз семисоткилограммовую находку в Красноярск. Но странный металл не поддавался молоту – ничего выковать из него кузнец так и не смог. Глыба пролежала больше двадцати лет, пока в 1772 году в Красноярск не приехал петербургский академик Паллас, путешествовавший по Сибири по заданию Академии наук. Найденная Медведевым железная глыба заинтересовала учёного. Вскоре её доставили в Петербург, где из неё выпилили немало кусков и отправили их по разным странам Европы. Образцы «Палласова железа» попали и в Парижскую академию наук, и к немецкому учёному Эрнсту Хладни, бывшему иностранным членом-корреспондентом Петербургской академии наук.

Французские академики, узнав, что этот тяжеленный камень упал, по мнению сибирских казаков и охотников, с неба, посмеялись над дикими суевериями жителей далекой Сибири. Академики не поверили и очередному сообщению о небесных камнях, которое пришло от мэра гасконского города Жюльяк. Хотя письмо было подписано тремя сотнями очевидцев падения метеорита, французские академики обозвали мэра этого города суеверным глупцом.

Эрнст Хладни не побоялся пойти против мнения французских академиков и в 1794 году издал книгу о «Палласовом железе». В ней он доказывал, что «глыбы самородного железа», а также падающие с неба камни прилетели из космоса и, видимо, являются осколками крупных космических тел. Труд Хладни ознаменовал начало новой науки – метеоритики, которая изучает камни, падающие с неба.

Чтобы поддержать смелого учёного, в том же году камни с неба буквально посыпались. Учёные разных стран начали признавать правоту теории о небесных камнях.

Только французские академики держались стойко и не хотели отменять своё постановление о невозможности падения небесных камней. Лишь когда в 1803 году во Франции выпал настоящий метеоритный дождь, они сдались, скрипя зубами.

Сейчас метеоритика – активно развивающаяся наука, которая исследует химический и физический состав прилетающих с неба камней.



Метеориты бывают каменными, железными и железоканненными. Следы оплавления на поверхности железных метеоритов представлены в виде вмятин (регмалитов), а на каменных – в виде бороздок, отмечающих движение капель расплавленного камня, сдуваемых набегающим потоком воздуха. Но, хотя поверхность небесного камня плавится при падении, внутри он сохраняет холод межпланетного пространства. Считанных секунд стремительного полета в атмосфере недостаточно для прогрева массивного камня. Вокруг упавших крупных метеоритов нередко даже образуется иней. Небольшим метеоритам легче нагреться, и они, наоборот, могут быть на ощупь теплыми и растопить снег, в который упали.

Каменные метеориты падают гораздо чаще железных, но найти их на земле труднее. Каменные метеориты состоят, в основном, из таких минералов, как оливины и пироксены. Среди каменных метеоритов выделяют хондриты – метеориты, включающие округлые зерна древнего космического вещества – хондры. Это явный признак космического происхождения камня.

Железоканненные метеориты представляют собой железную губку, в порах которой находятся камни (как у палласитов), или наоборот – каменистую губку с металлическими прожилками. На Земле такие породы не встречаются.

Железные метеориты состоят из никелистого железа или твердого раствора никеля в железе. Когда немецкий учёный Видманштеттен распилил железный метеорит и протравил поверхность распила кислотой, обнаружил таинственные узоры, которые сейчас называют «видманштеттенowymi фигурами». Учёные немало поломали голову над их образованием, пока не доказали, что эти узоры образованы сложным взаимным проникновением железа и никеля, возможным только в условиях космоса.

К очень редким метеоритам относятся лунные и марсианские метеориты.

– Лунные и даже марсианские? Как они попали на Землю? – удивился Андрей.

– И Луна, и Марс обстреливаются астероидами, которые при ударе образуют кратеры и тучу разлетающихся обломков. Благодаря разреженной атмосфере Марса и практически её полному отсутствию на Луне некоторые обломки выходят в космос и блуждают между планетами, пока не упадут на какое-нибудь космическое тело. Изредка такие «космические скитальцы» попадают на Землю.

– Но как можно определить, что метеорит прилетел с Марса? – заинтересованно спросила Галатея.

– Учёные определяют происхождение метеорита по его химическому составу. Космохимики – настоящие кудесники. С помощью химических анализов и современных приборов они могут рассказать о метеоритах множество интересных историй.

Одна научная группа даже нашла признаки окаменелых бактерий в одном из марсианских метеоритов, подобранных в Антарктиде. Правда, другие учёные скептически отнеслись к «марсианским бактериям».

– В Антарктиде? – удивлённо приподняла брови Галатея. – Там же все метеориты сразу засыпает снегом!

Дзинтара пояснила:

– Антарктида оказалась удобным местом для поиска метеоритов. Они падают на ледник и действительно быстро покрываются снегом. Но ледник с застрявшими метеоритами течёт к океану, как очень медленная река. И на более тёплом побережье, где лёд тает, постепенно скапливается большое количество метеоритов, вынесенных ледяной рекой из центра континента.

Постепенно учёные осознали и опасность таких небесных пришельцев.

- В 1908 году в районе сибирской реки Подкаменная Тунгуска взорвался каменный астероид диаметром 60 метров. Он повалил лес на площади в 1000 километров. Многочисленных жертв удалось избежать только благодаря малонаселенности глухой сибирской тайги.

- В Аризоне существует кратер диаметром более километра. Он возник 50 000 лет назад в результате удара железоникелевого астероида диаметром 50 метров.

- 66 миллионов лет назад астероид диаметром 10 км – «убийца динозавров», как его часто называют, – оставил в Центральной Америке кратер Чиксулуб размером в 180 км. Удар суперметеорита вызвал суперцунами и мощную сейсмическую волну, породившую всплеск землетрясений и вулканических извержений. Из-за запыления атмосферы климат планеты изменился, и динозавры вымерли.

- Опасны даже небольшие астероиды. 15 февраля 2013 года над Челябинском взорвался каменный астероид размером в 20 метров и весом более 10 000 тонн. В миллионном городе были выбиты стекла в тысячах домов, а крыши некоторых зданий серьезно повреждены. Полторы тысячи жителей обратились за медицинской помощью – лечить порезы от стекол и ушибы.

– Почему взорвался астероид? Разве камни могут взрываться? – спросила удивлённо Галатея.

– Камень прекрасно взрывается, если летит со скоростью почти 20 километров в секунду. Кинетическая энергия килограмма такого небесного тела в 40 раз больше, чем энергия килограмма мощной взрывчатки. Сталкиваясь с атмосферой, этот камень разрушается, а его кинетическая энергия выделяется в виде светового излучения и ударной воздушной волны.

Мощность взрыва Челябинского болида достигла 500 000 тонн обычной взрывчатки или 30 хиросимских атомных бомб. Он показал, что даже тело в десятки метров может стать смертоносным для целого города. Уральцев спасла пологая траектория болида, который вошёл в атмосферу под углом меньше двадцати градусов, из-за чего его путь в атмосфере удлинился, и он сгорел на высоте 30 километров. Если бы траектория была круче, болид взорвался бы ниже, и город получил гораздо более серьезные повреждения.

Мы все живем на космическом корабле под названием «планета Земля».

Она огромна для нас, но по масштабам космоса это уютное судёнышко. Земля хорошо защищена от метеоритов и опасных излучений атмосферой и магнитным полем, но любая естественная защита имеет пределы. Если люди не хотят повторить судьбу динозавров, они должны научиться защищаться от падающих из космоса тел, а также поставить перед собой задачу постепенного расселения по другим телам Солнечной системы. Если на Луне и Марсе возникнут города, человечество превратится из земного в космическое и перестанет бояться угроз со стороны случайных пришельцев.

— На Луне людям понравится жить! — авторитетно заявила Галатея. — Там человек может летать на крыльях как птица!

Примечания для любопытных

Антуан Лавуазье (1743–1794) – знаменитый французский учёный, один из основателей современной химии. Казнён революционерами.

Эрнст Хладни (1756–1827) – видный немецкий физик. Заложил основы метеоритики.

Петр Симон Паллас (1741–1811) – знаменитый естествоиспытатель. Родился в Германии, переехал в Россию в 26 лет, где прожил 43 года – практически всю жизнь. Совершил серию многолетних путешествий по Сибири и по результатам экспедиций написал несколько книг.

Палласово железо – железокосменный метеорит, который Паллас увидел в Сибири и привёз в Петербург. Этот класс железокосменных метеоритов сейчас называется «палласитами».

Алоиз Видманштеттен (1753–1849) – известный австрийский исследователь метеоритов.

Челябинский болид – крупнейший после Тунгусского метеорита (1908) суперболид. Его вес до разрушения был 12 000—13 000 тонн, а размер – почти 20 метров.

Болид взорвался над Челябинском утром 15 февраля 2013 года, выбив стекла во многих домах. На земле жители и учёные собрали множество метеоритов и космической пыли, состоящих из чёрного пироксена и прозрачного оливина.

Оливины – полупрозрачный минерал (силикат) зеленоватого цвета. Встречается в метеоритах и в вулканических породах на Земле.

Пироксены – силикаты тёмного цвета.

Сказка о рождении Луны

Королева Никки приехала в гости к Дзинтаре и нашла её детей – Галатею и Андрея – ожесточённо спорящими.

Раскрасневшаяся Галатея спросила Никки:

– Как возникла Луна? – и ткнула пальцем в бледную половинку, висящую в вечернем небе.

Никки усмехнулась:

– Однажды я спросила об этом своего учителя. Он сказал, что этот вопрос мучает людей миллионы лет – с тех пор как в их глазах зажглась искра разума. И что ответ на вопрос эволюционировал вместе с людьми. Мифов и теорий о рождении Луны хватит на целую книгу.

– Ух ты! – восхитился Андрей. – Я бы почитал такую книгу.

Сначала люди придумывали разные романтические истории о луноликих красавицах, вознесшихся на небо и ставших Луной. В голодные годы Луна навевала мысли об огромном круге вкусного сыра. Потом настал период, когда её происхождение стало предельно ясным: бог создал Землю и, конечно, Луну.

Но какими бы ни были мифы о возникновении Луны, она всегда занимала особое место в картине мира. Ведь по небу древности и Средневековья двигались два самых ярких и крупных объекта – Солнце и Луна, они были несопоставимы по важности со звёздами и планетами.

Коперник заставил планеты вращаться вокруг Солнца, но это не изменило статус Луны – она по-прежнему была единственным известным планетным спутником и к тому же самым близким к Земле космическим телом.

Когда Галилей увидел в свой телескоп четыре новые луны Юпитера, это стало потрясением основ мироздания. Оказывается, Луна – не единственный спутник в мире! Юпитер имеет их целых четыре! Кроме четырёх галилеевских спутников, в XVII веке открыли пять спутников Сатурна.

XVIII век подарил открытие планеты Уран, двух её крупнейших спутников, а также парочку новых спутников Сатурна.

XIX век принёс ещё больший урожай: кроме открытия астероидов и планеты Нептун со спутником Тритоном, астрономы обнаружили по два новых спутника у Марса, Сатурна и Урана. Ещё один, пятый спутник, нашли у Юпитера.

Всего к началу XX века, кроме Луны у Земли, был открыт 21 спутник у пяти других планет. Четыре из них: Ио, Каллисто и Ганимед у Юпитера, Титан у Сатурна – оказались больше и тяжелее Луны.

– Значит, наша Луна ничем не лучше других спутников? – немного расстроилась Галатея.

Никки покачала головой:

– Луна всё равно не потеряла свою исключительность в глазах людей и, в частности, учёных.

– Верно, для нас она по-прежнему – самый главный спутник! – воскликнула Галатея.

– Правильно, – согласилась Никки. – Но если мы хотим создать теорию происхождения Луны и других планетных спутников, наличие на этих планетах разумных существ не должно приниматься во внимание. К сожалению, психология часто вмешивается в физику. Поэтому учёные постарались и нашли исключительность Луны в её относительной массе – массе, делённой на массу Земли. Действительно, масса Луны составляла 1,2 % от земной, то есть она всего в 81 раз меньше нашей планеты, в то время как спутники Юпитера в тысячи раз менее массивны, чем их хозяин.

Земля с Луной особенно резко выделялась среди соседних земноподобных планет – Меркурия, Венеры и Марса. У первых двух вообще не было спутников, а у Марса они, по сравнению с Луной, оказались крошечными.

– Разве это не доказывает уникальность Луны? – спросил Андрей.

– К сожалению, по четырём планетам земной группы нельзя вывести какую-либо закономерность. Ведь на каждое правило всегда есть исключения. Является ли наличие спутниковых систем у Марса и Земли правилом, а отсутствие лун у Меркурия и Венеры – исключением? Или наоборот? Учёные до сих пор не могут ответить на этот вопрос.

Статус рекордсмена по относительной массе Луна удерживала очень долго, несмотря на то что в XX веке были открыты многие десятки спутников планет-гигантов. Когда научный подход победил религиозное мифотворчество, учёные стали искать реалистичный механизм образования Луны. Так как среди астрономов бытовало мнение, что Луна – уникальный спутник, для неё стали искать особенный, исключительный механизм образования.

– Что это значит? – спросила Галатея, сдвинув брови.

– Что теорией образования Луны нельзя объяснить образование, например, спутников Марса, для которых требовалось найти совершенно другой механизм.

– Неэкономично, – сказал Андрей, недавно прочитавший про бритву Оккама.

– Верно, но исключительный случай действительно требует исключительного подхода. В XIX и XX веках учёные выдвинули массу теорий образования Луны – от захвата её Землей в готовом виде...

– Кто-то прислал нам Луну в качестве подарка? – спросил Андрей.

– ...до отделения её от быстро вращающейся Земли.

– Как это? – удивилась Галатея.



– Если сильно раскрутить тело, центробежные силы могут разорвать его на две части.

– Хм... – призадумалась Галатея.

– Вспомни, что я вчера делал, – пришёл на помощь сестре Андрей.

– Вчера ты крутил на верёвке какую-то штуку, а она оторвалась и чуть мне в лоб не попала! – сердито выпалила Галатея.

– Верно, – согласился Андрей. – Пусть я буду планетой, а эта штука, которая на самом деле была модель самолёта, – Луной. Вчера я так её раскрутил, что веревка разорвалась и модель улетела. Примерно так же было с реальной Землей и Луной, верно? – обернулся Андрей к Никки.

– Верно, – согласилась она. – Только не с реальной Землей и Луной, а с их гипотетическими аналогами в модели центробежного распада. Потом учёные нашли в этой и в других ранних моделях серьёзные противоречия – и эти модели заняли своё место в ещё не изданном сборнике неправильных теорий образования Луны.

Самой живучей и непротиворечивой оказалась аккреционная модель образования Луны, разработанная в России к началу 1970-х группой Шмидта – Сафронова. Одна из участниц этой группы, Евгения Рускол, в 1975 году опубликовала книгу под названием «Происхождение Луны».

– Что это за слово – «аккреция»? – спросила Галатея.

– Accretio – латинское слово, означающее слипание или рост. Согласно аккреционной модели, раньше вокруг Земли существовал диск, похожий на кольца возле Сатурна. Благодаря налипанию друг на друга (аккреции) частиц диска из него потом выросла Луна.

– Ага, значит, когда мы лепим снежки или катаем шары из липкого снега, – это тоже аккреция? – полувопросительно заявила Галатея.

– Да. Согласно аккреционной модели, средний химический состав Луны должен быть похож на средний химический состав Земли.

– Что значит «средний»? – спросила Галатея.

– После образования Земля расплавилась, и тяжёлые металлы утонули в расплавленной магме, собрались в металлическом ядре планеты. Сверху остались плавать лёгкие каменные континенты, обеднённые железом и другими металлами. Но если снова хорошенько перемешать всю Землю, её средний химический состав должен быть таким же, как у Луны, не испытавшей плавления и разделения металлов и камня.

– Понятно! – кивнула Галатея.

– Преимущество аккреционной модели заключается в том, что она подтвердила свою реалистичность на спутниках Юпитера и Сатурна, которые выросли из аккреционного диска. Правда, диски планет-гигантов были сравнительно маломассивные – тысячные доли от массы планеты, а диск, из которого выросла Луна, гораздо массивнее. Почему? Это и стало проблемой для аккреционной модели.

Но самый серьёзный удар по ней нанесли лунные американские экспедиции, которые в начале 1970-х привезли с Луны сотни килограммов образцов лунных камней и песка. Химики проанализировали их и выяснили, что на Луне удивительно мало железа – примерно столько же, сколько в земной коре.

– Но ведь ты сказала, что в земной коре его мало, потому что оно утонуло и собралось в ядре? – напомнил Андрей.

– Верно, но Луна не испытывала такого расплавления. Почему она оказалась обеднена металлом? Аккреционная теория не смогла ответить на этот вопрос, и в 1975 году американские учёные выдвинули новую теорию, которая утверждала, что Луна родилась из кусков земной коры и мантии, выброшенных в космос.

– Сказать-то легко, а сделать трудно! – нравоучительно произнесла Галатея.

– Да, нам трудно вывести в космос даже спутник весом в 10 тонн, а в новой модели для образования Луны на стабильную орбиту вокруг Земли потребовалось бы запустить 70 миллиардов миллиардов тонн камня.

– Ух ты! – не удержался от восклицания Андрей.

– Чтобы совершить такой подвиг, американским учёным пришлось придумать ужасную катастрофу, которая произошла с нашей планетой более 4 миллиардов лет назад. Они предположили, что крупная планета – её назвали Тея – с массой примерно равной массе Марса, налетела на нашу планету по касательной траектории. Врезавшись в край Земли, она отрубила от неё гигантский кусок, который улетел в космос...

– И стал Луной? – не удержалась от вопроса Галатея.

– Пока нет. Проблема в таком способе создания Луны в том, что выброшенные одним ударом куски или навсегда покидают окрестности Земли, или быстро падают назад, на планету. Так и этот гигантский кусок, не удержавшись в космосе, вернулся на Землю и выбил из неё ещё несколько кусков, поменьше. И хотя подавляющее большинство выброшенной массы вновь оказалось на Земле, в результате катастрофы

вокруг нашей планеты сформировался маломассивный диск из обломков земной коры. Из этого диска и выросла потом Луна.

– Уф! – озадаченно покачал головой Андрей, следя за удивительными приключениями земных ошмётков.

– Эта модель образования Луны была названа теорией мегаимпакта, или сверхудара. Она в меньшем масштабе повторяла старую теорию Джинса, по которой наша планетная система возникла из струи солнечного вещества, вырвавшейся при столкновении двух звёзд. Модель принципиально базировалась на гигантской катастрофе, потому что куски коры, выбиваемые с поверхности Земли меньшими телами, типа астероидов, не желали выходить на орбиту.

– Меньшими – это какими? – спросил Андрей.

– Размером в тысячи и сотни километров, – пояснила Никки.

– Ничего себе, это же преогромные астероиды!

– Да, и они могли выбить с поверхности Земли множество обломков, но те не задерживались на лунной орбите. Только суперудар тела размером с Марс мог заставить хотя бы малую часть выброшенного вещества удержаться на орбите.

Теория мегаимпакта быстро стала сверхпопулярной, потому что она решала проблему дефицита железа на Луне (её «собрали» из уже обеднённых металлами кусков земных континентов) и проблему её большой массы.

– Действительно, таким топором можно что хочешь отрубить! – воскликнул Андрей.

Но теория мегаимпакта, базирующаяся на исключительно редком соударении двух планет, столкнулась с принципиальной трудностью, связанной с её исключительностью. В конце XX века Луна окончательно потеряла статус исключительного спутника.

В 1978 году возле небольшого Плутона, вращающегося за орбитой Нептуна, открыли спутник Харон, масса которого составляла 12 % от массы самой планеты. Таким образом, Харон обогнал Луну по относительной массе в 10 раз.

Следующий удар по авторитету Луны нанесли астероиды. Раньше они считались строительным мусором на месте несформировавшейся планеты, но на самом деле многие астероиды оказались очень похожи на настоящие планеты. Возле них даже были открыты спутники! Сначала об этом стали свидетельствовать наблюдения астрономов Крымской астрофизической обсерватории, а потом, в 1993 году, к одному из астероидов, Иде, подлетел межпланетный аппарат, который обнаружил там симпатичный округлый километровый спутник Дактиль. За следующие 20 лет астрономы открыли сотни спутников у астероидов, расположенных между Землей и Юпитером, а также у транснептунов – космических тел,двигающихся за орбитой Нептуна. Массы спутников астероидов нередко были сопоставимы с массой самого астероида, оставив Луну и Харон по относительной массе далеко позади. Некоторые астероиды, например Сильвия, имели даже по два спутника. Спутники астероидов походили на Луну и в том, что двигались по почти круговым орбитам, близко к плоскости экватора своей планеты.

– А почему открытие этих спутников стало ударом по модели мегаимпакта? – поинтересовалась Галатея.

– Потому что модель мегаимпакта, созданная на основе медленного столкновения двух огромных планет, не могла отвечать за существование спутников возле множества крошечных астероидов. Предположим, что маленький астероид столкнулся по касательной с другим астероидом. Скорость их взаимного соударения – многие километры в секунду, а скорость движения спутника на орбите вокруг астероида – едва ли метры в секунду. Можно ли предположить, что быстрое соударение таких тел могло породить медленный спутник возле астероида? Астероиды хрупки и сыпучи: от сильного удара не только Луна не появилась бы, сам астероид попросту развалился бы на уйму обломков!

– Легче представить две пули, которые столкнулись и стали вальсировать вместе! – воскликнул Андрей.

Никки посмотрела на Галатею:

– Открытие Харона и огромного количества спутников возле астероидов и транснептунов требовало новой теории их образования, которая не должна базироваться на исключительном событии, вроде мегаимпакта. Странно полагать, что для тысячи спутников астероидов, Плутона и других транснептунов существует универсальная теория образования, а для одного из них – Луны, ничем не выделяющей из общего ряда, кроме близости к Земле, – работает особая теория мегаимпакта. Логично предположить, что модель, объясняющая происхождение Харона и двойных астероидов, может легко объяснить и рождение Луны.

– И что это за новая теория? – нетерпеливо спросила Галатея.

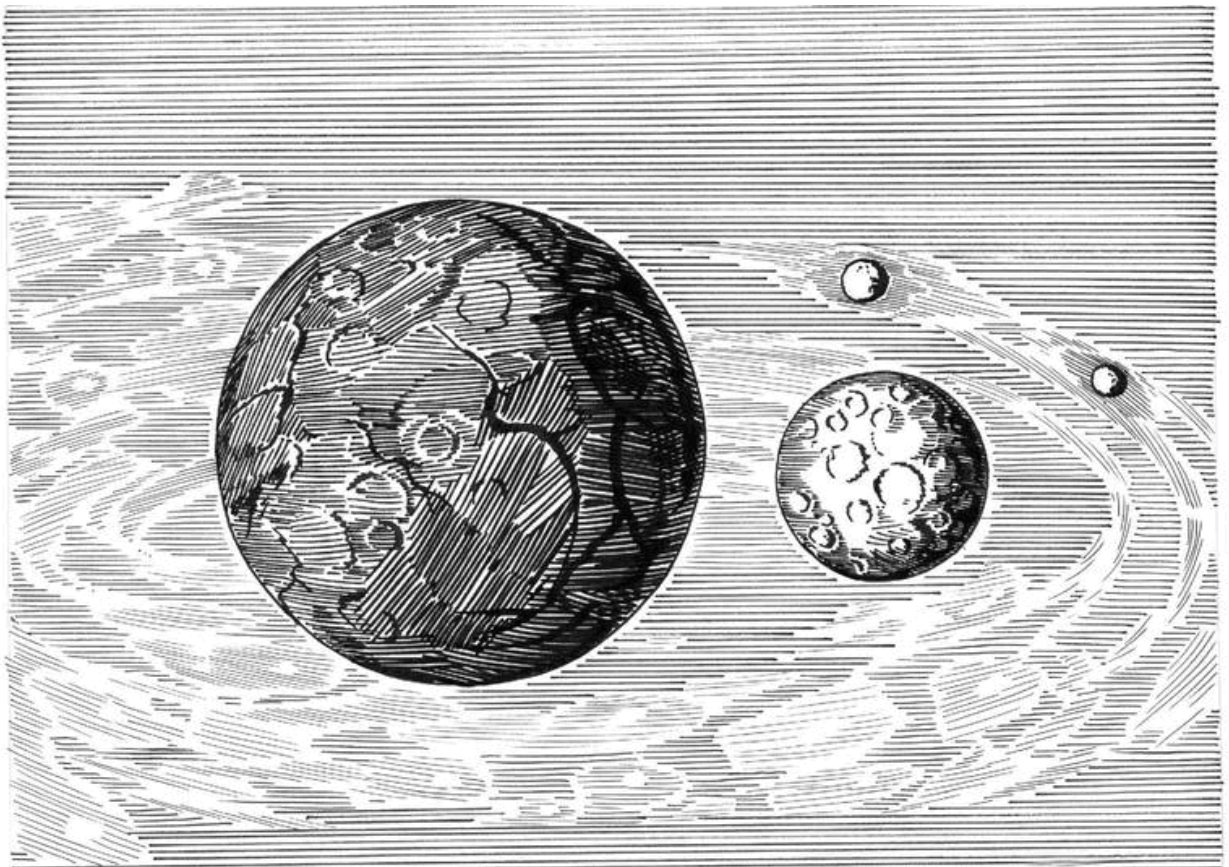
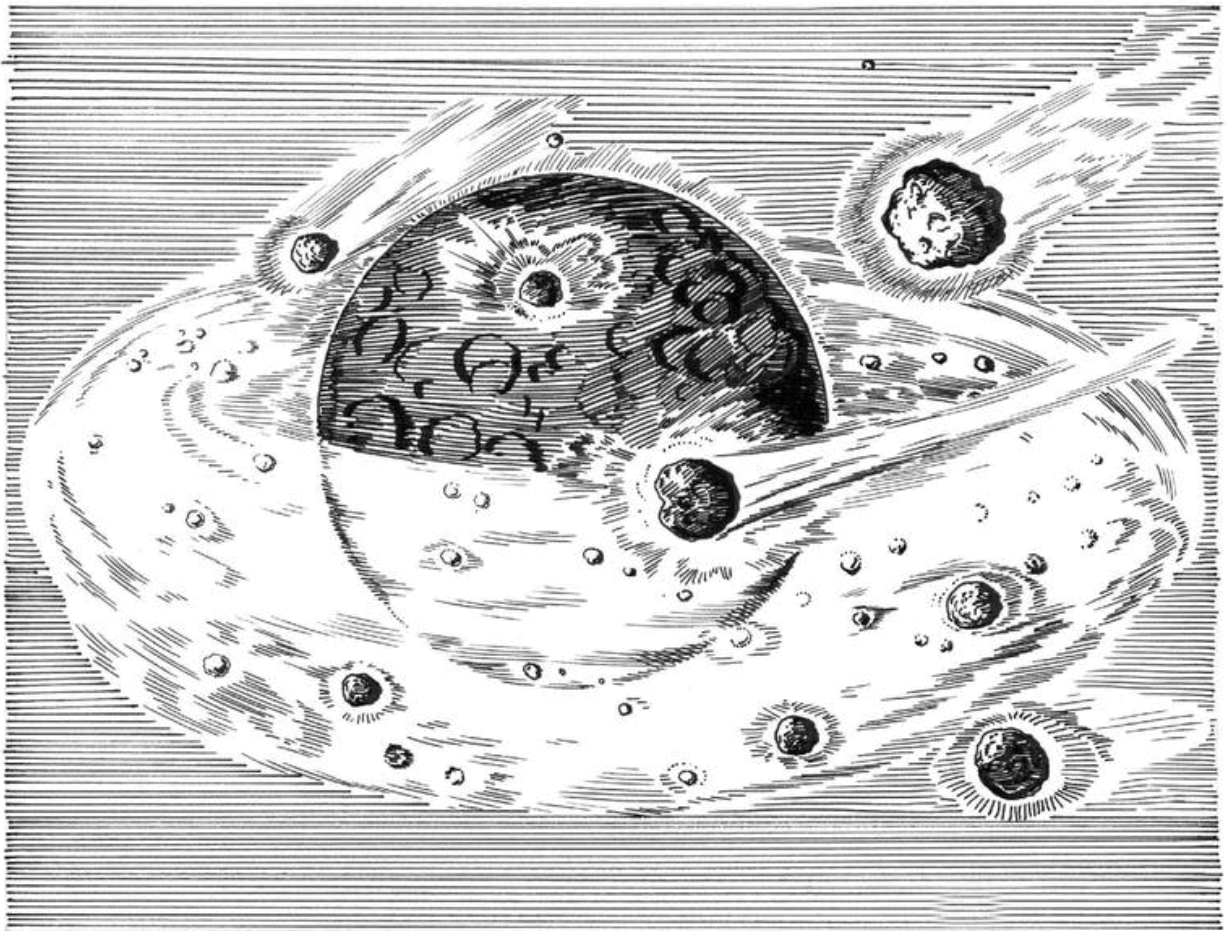
– Новая теория образования Луны возникла на стыке двух моделей – аккреционной и мегаимпакта. Новую модель создали, независимо друг от друга, молодые учёные из московской и крымской групп. Они пошли дальше своих предшественников и сумели построить корректную теорию для образования Луны и спутников астероидов. Она заключается в следующем. У всех планет был первоначальный аккреционный диск, как у газовых планет-гигантов. Но у планет с каменной поверхностью и астероидов дополнительным источником вещества для данного диска стали частые выбросы облаков пыли и обломков, возникающие при ударе метеоритов в твердую поверхность. Эти обломки взаимодействовали с диском вокруг планеты и оседали на нём, не возвращаясь на поверхность планеты.

– То есть диск помогал обломкам выйти на орбиту? – догадался Андрей.

– Да.

Вывести на орбиту обломок с одного удара очень трудно. Ракета легко выходит на орбиту вокруг планеты, потому что она постоянно корректирует свою траекторию с помощью реактивного двигателя. Так и обломок земной коры, получив вначале толчок от метеорита, а потом – коррекцию орбиты от частицы диска, охотно остается на орбите.

Пыль и обломки, выброшенные многочисленными метеоритными ударами, накапливались вокруг астероидов и образовывали диск, который потом превратился (благодаря аккреции) в аккуратные спутники-шарики на круговых орбитах. Так астероиды рождали свои луны.



Эта же модель оказалась применима для образования Луны из Земли. Конечно, здесь удары сильнее, и в космос выбрасывалась не камушки, а целые горы, но принцип аналогичный: Луна возникла не из-за одного удара огромной планеты, а благодаря множеству ударов более компактных астероидов, которые в сотни и тысячи раз меньше гипотетической Теи.

Судя по расчетам крымских учёных, в момент образования Луна располагалась гораздо ближе к Земле и лишь потом, из-за воздействия огромных приливных горбов, отодвинулась от нее. Возможно, дальше Луны существовали более мелкие спутники. Например, у Плутона за Хароном расположены четыре спутника...

– И что произошло с этими мелкими спутниками Земли? Почему мы их не видим? – поинтересовался Андрей.

– Отодвигаясь от Земли, Луна должна была их съесть... – пожала плечами Никки. – Думаю, это было величественное зрелище – столкновение большого и маленького спутников Земли, породившее массу кратеров, обломков и пылевые вихри, которые вытянулись во временное кольцо вокруг нашей планеты.

– Вот как ты родилась, серебряная Луна! – протянула Галатея, глядя в окно на сияющую половинку лунного диска.

Примечания для любопытных

Уильям Оккам (1285–1347) – известный английский философ, францисканский монах из английской деревушки Оккам. «Бритва Оккама» – принцип, который предлагает объяснять максимальное количество явлений минимальным количеством теорий и не выдумывать маловероятные гипотезы. «Не следует умножать сущности сверх необходимого».

Джеймс Джинс (1877–1946) – знаменитый британский астрофизик. Выдвинул теорию происхождения планет из клока солнечной материи, вырванного проходящей мимо другой звездой.

Отто Юльевич Шмидт (1891–1956) – знаменитый советский географ и астроном. Разработал теорию происхождения планет из диска мелких частиц и астероидов.

Виктор Сергеевич Сафронов (1917–1999) – известный советский и российский астроном. Разработал детальную теорию происхождения планет Солнечной системы.

Евгения Леонидовна Рускол (1927–2017) – видный советский и российский астроном, доктор физико-математических наук. Главный разработчик аккреционной теории происхождения Луны.

Луна – спутник Земли. Средний радиус – 1737 км. Радиус орбиты – 384 000 км. Пятый по размеру спутник в Солнечной системе.

Ио – спутник Юпитера. Средний радиус – 1821 км. Открыт Галилеем в 1610 году. Примечателен активными серными вулканами.

Европа – спутник Юпитера. Средний радиус – 1561 км. Открыт Галилеем в 1610 году. Обладает гладкой ледяной поверхностью, под которой располагается водный океан.

Ганимед – спутник Юпитера. Средний радиус – 2634 км. Открыт Галилеем в 1610 году. Крупнейший спутник Солнечной системы.

Каллисто – спутник Юпитера. Средний радиус – 2410 км. Открыт Галилеем в 1610 году. Наиболее удобен для создания научной базы – плацдарма для освоения системы Юпитера.

Титан – крупнейший спутник Сатурна и второй по размерам спутник Солнечной системы. Средний радиус – 2576 км. Обладает плотной атмосферой и жидким океаном на поверхности. Открыт Гюйгенсом в 1655 году.

Харон – крупнейший спутник Плутона. Средний радиус – 606 км. Открыт в 1978 году американским астрономом Дж. Кристи.

Ида (243) – астероид номер 243. Форма неправильная, средний радиус – 16 км. Открыт в 1884 году австрийским астрономом Иоганном Пализа. В 1994 году межпланетный аппарат «Галилео» сфотографировал Иду вблизи и обнаружил спутник Дактиль радиусом 700 метров.

Сильвия (87) – астероид номер 87. Размеры тела 384 x 262 x 232 км. Открыт в 1866 году английским астрономом Норманом Погсоном. В 2001 и 2004 годах были обнаружены два спутника Сильвии – Ромул (диаметр 18 км) и Рем (диаметр 7 км).

Сказка о математике Арнольде и умных детях

– Математику называют царицей наук, но нет другой науки, которая вызывала бы столько споров. Одни люди видят в математике увлекательнейшее занятие и посвящают ей всю жизнь. Другие считают её наискучнейшим предметом и часто ненавидят всей душой.

– Кхм... – смущенно кашлянул Андрей. Он уже начал учить математику в школе и не то чтобы ненавидел её, но уж точно не считал... мм... «увлекательнейшим занятием».

Дзинтара согнала усмешку с лица и начала свой рассказ.

Жил-был на свете великий математик Арнольд. Для него весь мир был пропитан математическими уравнениями: они блестили в каплях росы, текли в извилистых руслах рек, кипели в звёздных взрывах, светились в радуге...

Арнольд прекрасно видел математическую структуру мира и умел применять математический подход практически к любому явлению.

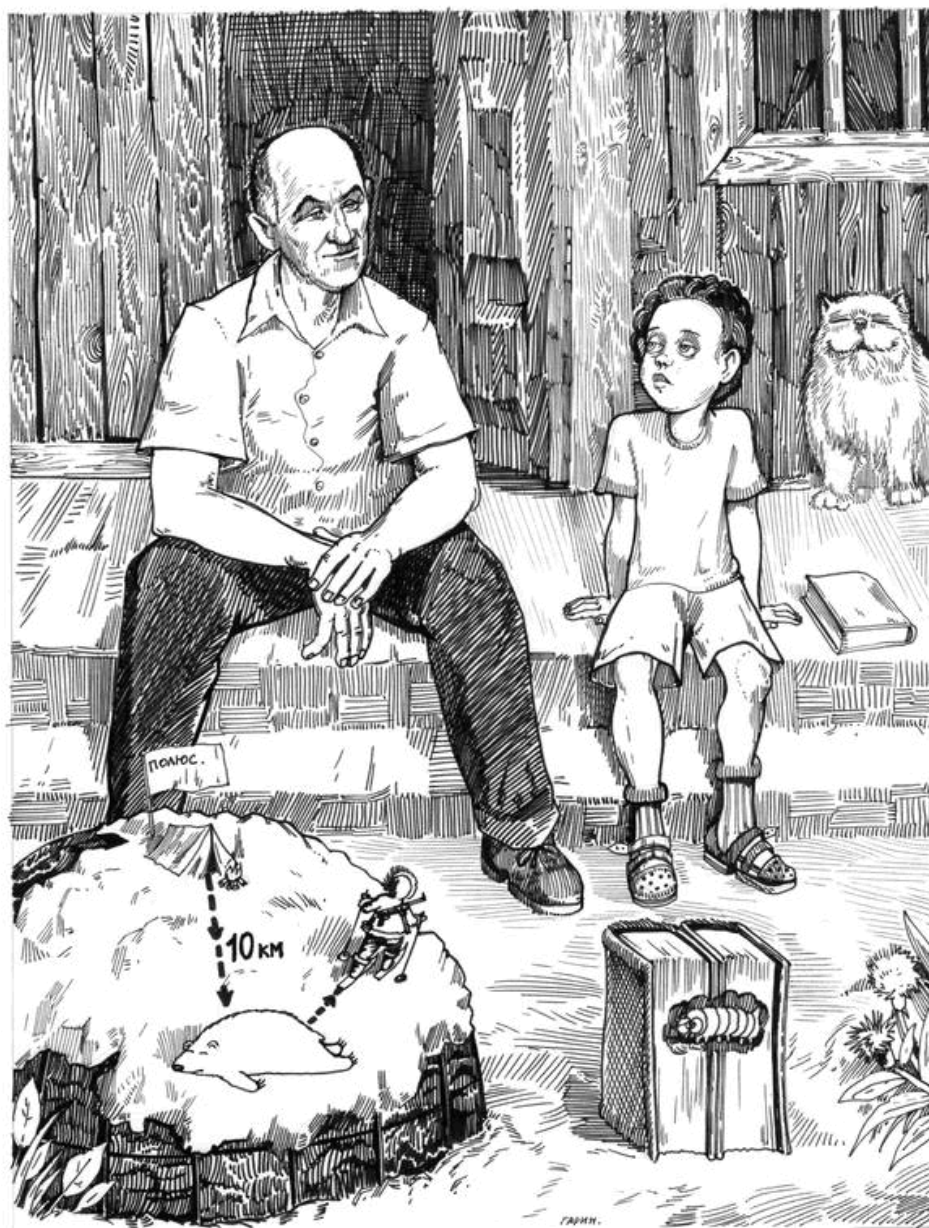
Математика позволяла рассчитать и пьяную походку запоздалого прохожего, и приземление – точнее, прилунение – новейшей космической станции на Луну.

С лунной станцией как раз и была связана одна интересная история.

Пришёл как-то к математику Арнольду его близкий друг, небесный механик Лидов, и сказал:

– Мы запускаем на Луну автоматическую станцию. Перед нами стоит задача – рассчитать её мягкую посадку на лунную поверхность. Мы можем заставить двигатели ракеты работать с мощностью, зависящей от расстояния до Луны: чем меньше расстояние, тем слабее будут работать двигатели. Какую математическую функцию ты посоветуешь выбрать для связи мощности двигателя и расстояния до поверхности? Нам нужна идеально мягкая посадка, потому что на спускаемом аппарате установлены хрупкие научные приборы, а им удары противопоказаны.

Небесный механик Лидов сказал это и нахмурился. В то время ещё никто в мире не сажал на Луне космические аппараты – ракеты до сих пор только разбивались о её каменную поверхность. Поэтому Лидов знал, насколько сложна задача мягкой посадки на Луну.



Математик Арнольд в ответ усмехнулся:

– Идеально мягкая посадка невозможна. Я могу доказать математическую теорему, что не существует такой функции. Вернее, при любой мыслимой математической связи мощности двигателя с расстоянием время идеальной посадки будет бесконечным. Верно и обратное: при любом конечном времени посадки лунная станция почувствует удар в момент приземления. Ты видел, как швартуются корабли к пристани?

– Да, – коротко ответил хмурый Лидов.

– Тогда ты, наверное, заметил, что пристань и борт корабля обвешаны специальными демпферами, которые гасят конечную скорость причаливания. Часто корабль останавливается на небольшом

расстоянии от пристани, на которую выскакивает бравый матрос и подтягивает судно к берегу причальным канатом, обмотанным вокруг причальной тумбы, – кнехта.

– На Луне не будет причальных матросов... – проворчал небесный механик Лидов и задумался.

Через некоторое время он снова пришёл к Арнольду и сказал:

– Я обманул твою теорему. Наша ракета будет прилуняться на треножник, а в каждой его ноге мы установим демпфер заключительного удара. Ракета немного покачается после приземления, но приборы уцелеют.

– Да, – сказал математик Арнольд, – тогда вы можете обойтись без матросов-лунатиков на причале.

– Какие ещё задачи решал математик Арнольд? – спросил Андрей, заинтересовавшийся проблемой мягкого прилунения.

– Арнольд занимался многими задачами. Он был одним из самых продуктивных математиков мира, академиком нескольких стран, вице-президентом Международного математического союза, создателем всемирно известных математических теорий. Опубликовал более 400 статей, 30 книг и учебников, которые многократно переиздавались и переведены на многие языки мира.

– А можно вспомнить что-нибудь такое... э-э... понятное даже школьнику? – понизив голос, спросил Андрей.

– Легко! Арнольд активно популяризировал математику и делал её максимально близкой для людей. Он написал несколько книг для детей и даже сам их иллюстрировал. В книге «Математическое понимание природы. Очерки удивительных физических явлений и их понимания математиками (с рисунками автора)» он излагает для школьников несколько десятков интересных проблем, задавая множество вопросов, активизирующих умственную деятельность читателя:

«Возвращаясь домой по синусоиде, пьяница удлиняет свой путь. Во сколько раз он его удлиняет?»

«Нижнюю педаль неподвижно стоящего на горизонтальном полу велосипеда потянули назад. Куда переместятся велосипед и нижняя педаль?»

Дзинтара пожала плечами:

– Это довольно простые задачи. Но некоторые математические проблемы из этой книжки меня просто поражают. Например, Арнольд предлагает взять географический справочник и сравнить население разных стран. Он заявляет, что государств, где численность граждан начинается с единицы – например 120 миллионов, в семь-восемь раз больше, чем стран, где она начинается с 9 – например 9 или 95 миллионов. Такая же закономерность наблюдается для площади стран, независимо от единиц измерения.

– Правда? – удивился Андрей, а Галатея метнулась к книжным полкам и вытащила энциклопедию.

Десять минут сосредоточенного пыхтения и вычислений – и дети сами убедились, что стран, которые имеют численность населения, начинающуюся с единицы, в несколько раз больше, чем стран, где она начинается с девятки. Закономерность с площадью государств тоже подтвердилась – по крайней мере для площадей, выраженных в квадратных километрах; других единиц дети не нашли.

– Фантастика! – восхищенно прошептал Андрей, а Галатея заливисто захохотала.

Дзинтара удовлетворённо кивнула:

– Это кажется волшебством, но данная закономерность отражает экспоненциальную динамику роста населения, а часто и площади разных стран. Вот в чем могущество математики: люди живут, не думая о ней, но подчиняясь её законам.

– Экспоненциальную динамику? – переспросила Галатея.

– Да, это закон, согласно которому за каждый заданный отрезок времени численность населения увеличивается примерно в 2,7 раза. Поэтому она нарастает лавинообразно.

– О каких ещё задачах рассказано в книге Арнольда? – спросил Андрей, вошедший во вкус.

– Я принесу вам эту книгу – она есть в нашей библиотеке. Там математически описывается, например, отражение человека в цилиндрическом зеркале.

– А где есть такие зеркала? – заинтересованно спросила Галатея.

– Когда вы едете в метро или в любом другом транспорте, где есть вертикальные поручни с блестящей отполированной поверхностью, то получаете множество отражений себя в цилиндрических зеркалах. Как они удивительно искажены! Арнольд изучает отражения в вертикальных стойках метро и видит в них связь с искривлённым пространством Лобачевского.

Арнольд рассказывает, как, бросая иголку на разлинованную бумагу, можно вычислить загадочное число «пи», связывающее длину окружности с её диаметром. Вы можете сами провести такой эксперимент.

Не менее интересна задача о связи длины реки и площади её бассейна – области, с которой река собирает свои воды или в которой расположены её притоки. Если река была бы прямой, а её бассейн – кру́гом, длина реки была бы пропорциональна квадратному корню из площади бассейна. Квадратный корень – это степень $\frac{1}{2}$, или 0,5. Но в реальности данный показатель, который называется параметром Хэка, равен 0,58. Это означает, что длина реки больше, чем прямая, – за счет извилистости. Интересно, что извилистость рек во всем мире оказывается практически одинаковой, то есть параметр Хэка универсален. Почему? Учёные ещё не нашли ответа на эту загадку...

– Действительно, математика – очень интересная наука... – протянула Галатея.

Дзинтара кивнула:

– Но спорят о математике не только те, кто её любит или не любит. Даже сами математики, которые без своей науки жить не могут, раскололись на два лагеря – левых и правых, или левополушарных и правополушарных. Они все очень любят математику, но по-своему.

– Левополушарных? – заинтересовалась Галатея.

– Левое полушарие человеческого мозга отвечает за логику и операции с абстрактными величинами, а правое – за пространственное воображение и образность. Левополушарные учёные – те, у которых левое полушарие заметно доминирует над правым, – полагают, что математика не должна соприкасаться с реальным миром, потому что она – чистое интеллектуальное занятие, жонглирование математическими абстракциями. Они даже геометрию считают не математикой, а разделом физики, потому что она

слишком тесно соприкасается с реальностью. Левополушарные специалисты пишут малопонятные книги, в которых нет ни одного рисунка.

Учёные из правого лагеря, наоборот, говорят, что математику нужно делать максимально понятной и интересной для всех – от стариков до детей. И картинок в учебниках должно быть побольше, ведь они образно поясняют суть математических расчетов.

– Правильно! – поддержал правополушарных Андрей. Галатея тоже кивнула: она любила рисунки.

– Именно таким сторонником геометрического, живого и практичного подхода к математике являлся Владимир Игоревич Арнольд – великий математик и ученик великого математика – Андрея Николаевича Колмогорова.

Колмогоров воспринимал математику как маленькую часть естествознания и, когда требовалось для пользы дела, отказывался от математической строгости выводов. Он говорил Арнольду о своих знаменитых статьях по турбулентной гидродинамике:

«Было бы напрасно искать в моих работах о турбулентности математическое содержание. Я выступаю здесь как физик и совершенно не забочусь о математических доказательствах или выводах своих заключений из исходных предпосылок, вроде уравнений Навье – Стокса. Пусть эти заключения не доказаны – зато они верны и открыты, а это куда важнее, чем доказать их!»

Сам Арнольд умел ясно излагать проблему любой сложности, сочетая математическую строгость и интуитивную ясность. В своих книгах он всегда находил свежий, обычно геометрический подход к традиционным разделам математики. Он резко критиковал левополушарных учёных, вроде группы французских математиков под псевдонимом «Бурбаки», которые, увлекаясь абстрактным изложением, делали математику практически недоступной для подрастающего поколения. Арнольд называл такой подход «сектантством, которое восстанавливает против себя любого разумного человека и вызывает у него отвращение к этой науке».

– Что такое, например, натуральные числа? Можно сказать, что это числа, используемые при счёте разных предметов. Тебе понятно это определение, Галатея?

– Конечно! – кивнула девочка. – Одно яблоко, два яблока, три яблока... – вот вам и ряд натуральных чисел: раз, два, три!

– Правильно, – согласилась Дзинтара. – Но им можно дать и другое математическое определение. Например, Бурбаки определяли ряд натуральных чисел как мощности конечных множеств.

– Я этого не понимаю... – замотала головой девочка. Андрей с ней согласился.

Дзинтара пояснила:

– Конечно, потому что каждый термин из выражения «мощность конечных множеств» означает сложное понятие, которое нужно отдельно объяснять. Но Бурбаки, которые рассматривали математику как игру ума, любили искать сложные определения для простых вещей, а тех, кто плохо справлялся с этим, изгоняли из своих рядов.

Арнольд считал доминирование левополушарности болезнью и с сожалением говорил, что «мафия левополушарных больных» сумела «вырастить целые поколения математиков, которые не понимают

никакого другого подхода к математике и способны лишь учить таким же образом следующие поколения. Отвращение к математике со стороны министров, подвергшихся в школе унижительному опыту подобного обучения, – здоровая и законная реакция. К сожалению, это их отвращение распространяется на всю математику без исключений и может убить её целиком».

«Отвращение к математике» со стороны государственных чиновников очень тревожило Арнольда. Действительно, правительства разных стран похожи в одном – там сидят люди, которые не понимают математику и не любят её. Поэтому они всё время хотят убрать математику из школьного курса или хотя бы сократить её изучение в два-три раза. Арнольд страстно боролся против такой глупой политики правительств разных стран и выступал за глубокое изучение математики в школах.

Он с горечью писал: «Новое поколение детей приходит, которые ничего не знают: ни таблицы умножения, ни евклидовой геометрии – ничего не знают, не понимают и не хотят знать. Они только хотят нажимать на кнопки компьютера, и больше ничего. Что делать, как тут быть? Тот, кто не научился искусству доказательства в школе, не способен отличить правильное рассуждение от неправильного. Такими людьми могут легко манипулировать безответственные политики».

Арнольд видел прямую связь между изучением математики и демократией: «Л. Толстой писал, что сила правительства основана на невежестве народа, что правительство знает об этом и потому будет всегда бороться против просвещения. Думаю, однако, что полное разрушение математики и математического образования было бы такой же ошибкой, как преследование Галилея».

Выступая перед государственными деятелями России и критикуя предлагаемую школьную реформу, Арнольд сказал: «Страна без науки не имеет будущего, и принятие обсуждаемого плана было бы преступлением против России».

Арнольд выпустил для юных читателей книгу математических задач «Задачи для детей от 5 до 15 лет».

– Мама, расскажи какую-нибудь задачку из этой книжки! – попросила Галатея.

– Пожалуйста, – согласилась Дзинтара. – У Маши не хватало для покупки букваря семи копеек, а у Миши – одной копейки. Они сложились, чтобы купить один букварь на двоих, но денег все равно не хватило. Сколько стоил букварь?

– Ух ты... – задумалась Галатея, что-то складывая на пальцах.

– Букварь стоил семь копеек! – выпалил Андрей.

– Правильно, – согласилась Дзинтара.

– Значит... – наморщила лоб Галатея, – у Маши вообще не было денег? Зачем же она складывала свой отсутствующий капитал с Мишиным?

– Потому что отсутствующий капитал – это ноль, который, с точки зрения математики, равноправен с другими числами.

– А ещё какую-нибудь задачку?

– Арнольд любил топологическую задачу, с которой, как он говорил, дошкольники справляются лучше академиков: «На книжной полке рядом стоят два тома Пушкина: первый и второй. Страницы каждого

тома имеют вместе толщину 2 см, а обложка – 2 мм. Червь прогрыз (перпендикулярно страницам) от первой страницы первого тома до последней страницы второго тома. Какой путь он прогрыз?»

Андрей, не задумываясь, отсуммировал две книжки и две обложки и выпалил:

– Четыре сантиметра и четыре миллиметра!

– Неправильно! – отрицательно качнула головой Дзинтара.



Тут Андрей задумался, а Галатея подошла к своей книжной полке, прищурилась, подумала и захлопала от восторга в ладоши:

– Червяк прогрыз четыре миллиметра! Всего две корки!

– Не может быть! – воскликнул Андрей, сам подошёл к книгам, стал вытаскивать и рассматривать толстые тома.

– Верно... – признался он. – А ещё задачку?

Дзинтара воскликнула:

– Дай вам волю, вы будете до утра решать математические задачки. Последняя задача – и спать!

Дети нехотя согласились.

– Охотник прошёл от своей палатки 10 км на юг, повернул на восток, прошёл прямо на восток ещё 10 км, убил медведя, повернул на север и, пройдя ещё 10 км, оказался у палатки. Какого цвета был медведь, и где всё происходило?

– И это математическая задача? – удивилась Галатея.

– Да! – утвердительно кивнула Дзинтара.

Андрей и Галатея зашушукались, горячо обсуждая злого охотника и несчастного медведя.

– Палатка охотника стояла на Северном полюсе! – вынес общее решение Андрей.

– А медведь был белый! – взвизгнула от восторга возбуждённая Галатея.

– Молодцы, теперь спать, – велела мать.

Дети наперебой воскликнули:

– Не можем! Дай нам самую скучную задачку, чтобы мы над ней заснули!

– Тогда попробуйте разделить число 111 на 3 в уме. Если вы сможете это сделать, достигнете уровня знания математики, которого в некоторых странах считают достаточным для поступления в университет, хотя в других странах над этим лишь смеются.

– Как там интересно... в этой математике... и у самих математиков... – сонно сказала Галатея, и её глаза закрылись. Но Андрей только прищурился и стал решать задачу.

Примечания для любопытных

Владимир Игоревич Арнольд (1937–2010) – великий математик. Доказал знаменитую теорему об устойчивости планетных орбит (теорема Колмогорова – Арнольда – Мозера). Был активным популяризатором математики среди школьников.

Андрей Николаевич Колмогоров (1903–1987) – один из крупнейших математиков XX века. Инициировал создание школы-интерната при МГУ для одарённых детей. Учредитель научно-популярного журнала «Квант». Создатель школы великолепных математиков. Арнольд писал о своём учителе: «Влияние Колмогорова на всё развитие математики в России остаётся и сегодня совершенно исключительным. Я говорю не только о его теоремах, решающих подчас тысячелетние задачи, но и о создании замечательного культа науки и просвещения, напоминающего о Леонардо и Галилее».

Турбулентность – хаотическое движение жидкости. Впрочем, как показал Колмогоров, хаос имеет свои законы, которые можно описать математически.

Михаил Львович Лидов (1926–1993) – видный советский и российский учёный, специалист в области прикладной небесной механики и траекторий космических аппаратов. Известен расчетами траекторий лунных станций для мягкой посадки на Луну. Близкий друг В. И. Арнольда.

Проблемы Гильберта – список из 23 кардинальных проблем математики, представленный Давидом Гильбертом на конгрессе математиков в Париже в 1900 году.

Давид Гильберт (1862–1943) – великий немецкий математик. В начале XX века был признанным мировым лидером математики. Сформулировал теорию гильбертовых пространств.

Бурбаки – анонимная группа французских математиков, созданная в 1935 году и выпустившая ряд книг, описывающих математику на основе теории множеств.

Николай Иванович Лобачевский (1792–1856) – великий русский математик, создатель неевклидовой геометрии. Был профессором и ректором Казанского университета.

Лев Николаевич Толстой (1828–1910) – великий русский писатель и мыслитель.

Топология – раздел математики, изучающий свойства пространственных объектов, не зависящие от деформаций.

(– *Этого я не понимаю...*

– *Рассмотрим твоего резинового зайчика. С точки зрения топологии, зайчик ничем не отличим от шара, в который он может быть раздут. А между бубликом и шаром есть существенная топологическая разница из-за дырки в бублике.*

– *То есть топология – это наука, которая изучает растяжение резиновых зайчиков и дырки от бубликов?*

– *Можно сказать и так. Галатея, у тебя образное правополушарное мышление!)*

Сказка про самого главного учёного

После ужина Дзинтара сказала детям:

– Сегодня очередную историю вам расскажет гость – автор сборников научных сказок.

– Ух ты! – загорелись глаза у детей. – А о ком будет эта история?

– Спросите его сами. Думаю, что он знает множество разных сказок.

Допив молоко, дети перешли в гостиную, где с кружкой ароматного жасминового чая отдыхал высокий грузный старик.

Дети поздоровались, устроились поудобнее, и Галатея спросила:

– Какую сказку вы нам расскажете?

– А какую вы хотите услышать? О ком или о чём? – спросил гость в ответ.

Дети призадумались. Потом Андрей, хитро прищурившись, сказал:

– Расскажите нам про самого главного учёного!

– Верно! – подхватила Галатея. – Про самого-пресамого главного открывателя самых-пресамых важных открытий!

– Непростая просьба... – пробормотал старик и прикрыл глаза, завесив их под седыми бровями.

Прошла пара минут, и нетерпеливым детям стало казаться, что их гость сам задремал раньше всех.

Но писатель открыл глаза и сказал:

– Я расскажу вам про учёных, чьи открытия важнее открытий неведомых континентов и островов, новых звёзд и планет, даже важнее создания неизвестных лекарств.

– Что же такое сверхважное открывают эти люди? – широко открыла глаза Галатея.

– Эти люди открывают таланты у тех самых учёных, которые потом открывают новые земли, звёзды и антибиотики. Этих людей называют учителями.

Учитель – учёный, который должен открыть и развить главный талант в своём ученике.

Если капитан проплывёт из-за тумана мимо неизвестного острова, не заметив его; если астроном не откроет новый астероид из-за тучки, набежавшей на небо, эти открытия совершат позже другие путешественники и наблюдатели.

Но если учитель пропустит талант в ученике, не раскроет его, ученик навсегда останется бесталанным, не способным на собственные открытия неизвестных истин или земель, «терра инкогнита» любого рода. И это неоткрытие необратимо, уже никто не сможет исправить ошибку учителя и спасти талант в человеке – повзрослевшем и выбравшем в своей жизни неверную дорогу. Сидит человек, составляет бухгалтерские отчёты, а на его душе тяжёлым грузом лежит неоткрытый талант гениального химика. Ведёт грустный машинист поезд: хороший специалист, но один из многих. А если бы он попал в детстве в музыкальную школу, то мог бы стать выдающимся скрипачом и волновать сердца людей уникальным талантом.

Вот почему открытия учителей важнее всего в мире. Они открывают самое ценное в каждом человеке – его талант, суть и будущее. Каждый учитель должен быть первооткрывателем талантов своих учеников, иначе он не учитель, а просто патефон на ножках.

Конечно, у каждого человека свои учителя, которые помогли ему реализоваться, раскрыть свои способности.

– А вас кто открыл? – не утерпела Галатея. – Вы – писатель или физик?

– У меня было много хороших учителей. В школе меня учила русскому языку и литературе Нина Ивановна Чухванцева, а физике – Валентин Владимирович Макаров. А ещё в нашей школе работал выдающийся учитель, химик Юрий Густавович Цитцер.

Хотя я уже в школе решил, что стану физиком, уроки химии мне всегда нравились. Наш химический кабинет украшали коллекции всевозможных руд и минералов, драгоценных и полудрагоценных

кристаллов. К каждой клеточке таблицы Менделеева были прикреплены кусочки соответствующих металлов и пробирки с разноцветными порошками – образцами химических элементов.



Усилиями Юрия Густавовича в школе был оборудован прекрасный химический кабинет и лаборатория – с вентиляцией и муфельными печами, стеклодувной мастерской и вакуумными насосами.

На уроках химии Юрий Густавович всегда приготавливал что-нибудь интересненькое для нас, своих учеников. То достанет реторту с розовыми кристаллами и начнет сыпать их на стол: кристаллы падали и взрывались, исчезая с лёгким треском. Потом учитель подробно рассказывал об этом нестойком соединении инертного газа, распадающемся при ударе, и писал соответствующие формулы. То притащит фарфоровый тигель, начнет его нагревать на горелке, и из чашки ползут, извиваясь, длинные червяки! Когда утихал визг слабонервных в первых рядах, Юрий Густавович Цитцер с удовольствием объяснял, что это не черви, а вещество, расширяющееся при нагревании во много раз...

Цитцер прожил трудную жизнь, в которой был не только учителем, но и агрономом, строителем, работником санитарно-эпидемиологической станции. Поучительные истории из своей практики он рассказывал нам на уроках химии, которых было гораздо больше, чем в обычной школе, потому что благодаря Цитцеру наша школа стала специализированной химической, и, кроме обычных часов по химии, у нас был целый химический день, который начинался с двухчасовой лекции, а заканчивался в прекрасно оборудованной лаборатории.

Юрий Густавович часто говорил нам странные вещи. Рассказывал о химической инертности азота – главного компонента земной атмосферы, и о трудностях получения из него ценнейших аммиачных удобрений. Показывал на экране научно-популярный фильм, где в колоссальных колоннах из крупновской стали, за их толстыми стенками, в невыносимой жаре и при зубодробительном давлении азот нехотя соединялся с водородом, подчиняясь могучей воле человека. И вдруг спрашивал:

– Являются ли эти гигантские стальные установки для получения аммиака свидетельством человеческого могущества? Конечно, нет! Они – признак человеческой слабости. Вам приходится применять силу? Значит, вы не использовали ум. Клубеньковые бактерии в корнях бобовых растений умеют связывать атмосферный азот без всякого напряжения...

Контрольные задания он тоже задавал превосходные:

– Даны старые бумажные газеты и шерстяные варежки. Выбирайте, что вам больше нравится, и напишите формулы всех практически полезных химических соединений, которые можно извлечь из этого старья, – с уравнениями реакций, естественно...

Я выбрал варежки, но не стал возиться с постепенным разложением, а изничтожил их до водорода, углерода, кислорода, азота и серы – той самой, из-за которой горелая шерсть так смердит. После чего стал писать формулы синтеза всё более сложных соединений из этих пяти химических элементов. Дошёл до получения аспирина и, когда прозвенел звонок, сдал работу с сожалением – там можно было столько ещё насинтезировать!

Лекция профессора Цитцера из моей книги «Астровитянка» во многом повторяет настоящие уроки замечательного учителя химии Юрия Густавовича Цитцера.

Он организовал в нашей школе химическую секцию научного общества учащихся (НОУ), в которое я немедленно вступил и стал заниматься прибором для создания коллоидных растворов металлов с помощью электрической дуги в воде, а также опытами с вакуумной пропиткой древесины.

Я очень многим обязан Юрию Густавовичу Цитцеру и своим школьным учителям.

Узнав, что наша химическая секция является частью большого Челябинского НОУ, я вступил ещё в одну секцию – теоретической физики, которую вёл по воскресеньям Моисей Соломонович Свирский, настоящий профессор физики из Челябинского педагогического института.

Он разбирал с нами уравнения движения электрона в электромагнитном поле, а самое главное – разбирал стену между реальностью и теоретическими знаниями, которые мы черпали из учебников. Свирский учил нас применять уравнения к реальному миру, забегал в нашем обучении вперёд и рассказывал школьникам о дифференциальном и интегральном исчислении. Мы учились ставить научные задачи и искать их решение, систематизировать результаты опытов и докладывать свои результаты на ежегодных конференциях.

Я очень многим обязан профессору Свирскому, который и после университета мне помог, лично выдав рекомендацию для поступления в московскую аспирантуру.

Когда я поступил в Челябинский университет в 1976 году, самой яркой фигурой среди физиков был профессор Георгий Васильевич Клещёв, специалист по кристаллам и физике твёрдого тела. Он хромал из-за военного ранения, поэтому всегда ходил с палочкой, носил элегантные пиджаки и много курил. Он сочетал в себе интеллигентность и энергичность, вежливость в общении и смелость в суждениях.

Его жизненная история была поразительной. Он вырос в простой крестьянской семье, но отличался неуёмной энергией, любознательностью и страстью к чтению. Всю жизнь писал стихи и в стихах так вспоминал своё обучение в деревенской школе, в библиотеке которой он частенько ночевал, чтобы не возвращаться по холоду несколько километров домой:

Я, помню, по складам читал
О Солнце, звёздах и Вселенной
И ничего не понимал.
С недетским трепетом познания
Я «Марс, Юпитер» повторял
И вслушивался в слов звучанье.
Прочел я: «вертится Земля», —
И этим очень поразился
И крепко в лавку, помню я,
Чтоб не свалиться, уцепился.

Клещёв поступил в университет, но грянула война. В начале 1942 года Георгий Клещёв ушёл на фронт. Он стал гвардии старшиной, которого солдаты за энергию и мужество называли «гвардии сатаной».

Наград у него было немало, и за каждой стояла история, которая была больше награды. Он скупно говорил о войне, но однажды сказал про свою скромную медаль «За боевые заслуги»: «Из 14 ребят из того рейда нас вернулось только двое. Это медаль тех, кто не вышел оттуда». Он форсировал Днепр, утопив в нём свои дневники со стихами, участвовал в сражении на Курско-Орловской дуге и закончил войну в Праге в 1945 году, где ещё 13 мая шли бои.

В его вещмешке всегда были книги, а главной мечтой оставалось продолжить учёбу в университете. Демобилизовавшись из армии, он приехал в Москву и зашёл в МГУ, где встретился с молодым физиком Виталием Гинзбургом, будущим нобелевским лауреатом. Тот провел его по лаборатории и был готов взять смышлёного фронтовика на работу. «Вы быстро нагоните упущенное!» – уверял Гинзбург. Но у его собеседника не было диплома о высшем образовании...

Вскоре Клещёв поступил на физмат Челябинского педагогического института, блестяще его закончил и остался на кафедре преподавателем физики. За следующую четверть века он написал много интересных научных работ и открыл много учеников.

В 1976 году Клещёв стал профессором вновь организованного Челябинского государственного университета и центральной фигурой на университетском физфаке. В этом же году я стал его студентом. После занятий наукой в школе я сразу постарался подключиться к науке в университете: под руководством молодого преподавателя Николая Александровича Мамаева строил термостат для выращивания кристаллов, читал книги про атомные решетки и дислокации.

Как-то зимой на первом курсе я нашёл на подоконнике лаборатории стакан со льдом. Вода начала замерзать со стороны окна, и лёд оказался весь пронизан тонкими прожилками воздуха. Мы с Мамаевым стали спорить о причинах образования этих прожилок. Я полагал, что они образованы пузырьками воздуха, прилипшими ко льду в момент его нарастания. Суть спора несущественна – примечателен сам

факт свободного общения преподавателей и первокурсников ЧелГУ, которые на все пять лет остались самым старшим курсом молодого университета. Стакан с замороженной водой стал темой моего первого доклада на семинаре профессора Клещёва.

Потом я сделал доклад по своему реферату о том, что природа избегает бесконечностей, и если таковые случаются в наших уравнениях, то, как показывают многочисленные примеры, это лишь следствие неполноты наших уравнений или моделей, а не отражение реальности.

Клещёв заметил шустрого студента и нередко беседовал со мной в своём кабинете, рассказывая о многом таком, о чём на лекциях не говорил. От него я узнал про крамольные труды астронома Козырева. Более того, Георгий Васильевич дал мне почитать фотокопию этих трудов. В его библиотеке я увидел старую, 1933 года издания, книгу Эддингтона по теории относительности и с тех пор везде её искал. Нашёл через несколько лет в московском букинистическом магазине и прочёл. Эта книга перевернула мои представления о мироздании и теории гравитации.

Клещёв учил нас, студентов, глубине проникновения в предмет, умению мыслить неординарно, смело, с учётом авторитетов, но без преклонения. Георгий Васильевич Клещёв был настоящим учёным и настоящим учителем. Он умел открывать таланты у людей, а это посложнее, чем делать научные открытия.

Заведующим кафедрой теоретической физики Челябинского университета был и до сих пор остаётся профессор Дудоров. Под руководством Александра Егоровича я получил свой первый опыт физика-теоретика, решая уравнения для коллапса космических облаков с магнитным полем. Он всё время поддерживал меня, а на пятом курсе отправил на дипломную практику к московским астрономам.

Профессор Завьялов, первый заведующий кафедрой математики, учил не только математике. Он познакомил нас, студентов, с нетривиальной трактовкой специальной теории относительности, в которой релятивистское увеличение массы со скоростью трактуется не как реальное увеличение массы, а как формальное следствие релятивистского изменения времени и силы. Замещая ректора университета, летом 1981 года Завьялов подписал мне срочное направление в аспирантуру Института астрономии, чем нарушил кучу бюрократических инструкций, но спас мою научную судьбу.



Профессора Клещёв, Дудоров, Завьялов и многие другие преподаватели: вдумчивый Мамаев, строгий Лаппа и мягкий Тюменцев – оставили след в моей жизни и в голове. Без этих людей я стал бы другим человеком.

Когда я стал учиться в аспирантуре московского института, у меня появились другие наставники – учёные из Академии наук. Больше всего я перенял у моего руководителя Алексея Максимовича Фридмана и его друга, постоянного соавтора Валерия Львовича Поляченко. Однако и планетолог Бобров, математик Арнольд и астроном Микиша помогали мне узнавать новое, видеть научные проблемы с неожиданной стороны.

Учёный учится всю жизнь, и замечательно, когда рядом есть люди, у которых можно многому научиться. Книги могут быть прекрасными учителями, но живое общение с умным человеком ничто не заменит.

Я не могу перечислить всех своих учителей, которым лично обязан, но благодарен я им всем. Они для меня – самые главные учёные.

Рассказчик замолчал.

– А в каком томе ваших сказок опубликована эта история про главных учёных? – спросила Галатея. – Я хочу её перечитать.

Старик удивился:

– Разве вы не поняли? Я только что создал её – с вашей помощью! Для этого я и приходил сюда – за свежими идеями, которые рождаются чаще всего в молодых головах. А эту сказку я напечатаю в будущем томе, который ещё никто не видел, даже я...

Старик допил остывший чай, попрощался с детьми и медленно вышел из комнаты.

Примечания для любопытных

Нина Ивановна Чухванцева – учитель русского языка и литературы в школе № 92 города Челябинска. Первые рецензии на свои литературные сочинения автор получал от неё.

Валентин Владимирович Макаров – учитель физики школы № 92 города Челябинска. Честно делал свою работу учителя.

Юрий Густавович Цитцер (1920–1980) – заслуженный учитель РСФСР, преподавал химию в школе № 92 города Челябинска. Организовал в школе химическую лабораторию, музей и секцию Научного общества учащихся.

Моисей Соломонович Свирский (1923–2010) – профессор, видный физик-теоретик города Челябинска, автор 150 научных статей, ветеран войны. Выпускник физфака МГУ. 35 лет вел секцию теоретической физики в Челябинском НОУ, 43 года возглавлял кафедру физики в пединституте.

Георгий Васильевич Клещёв (1920–1989) – профессор, видный физик-экспериментатор, ветеран войны. Поэт.

Николай Александрович Мамаев – физик, ныне проректор ЧелГУ.

Александр Егорович Дудоров – астрофизик, профессор, заведующий кафедрой теоретической физики ЧелГУ.

Геннадий Алексеевич Завьялов (1936–1985) – доктор технических наук, механик и математик, первый завкафедрой математики ЧелГУ.

Василий Александрович Тюменцев – физик-экспериментатор, профессор ЧелГУ.

Александр Владимирович Лаппа – физик, профессор ЧелГУ.

Алексей Максимович Фридман (1940–2010) – видный советский и российский физик-теоретик, академик РАН.

Валерий Львович Поляченко – доктор физико-математических наук, сотрудник Института астрономии РАН, специалист по динамике и стабильности гравитирующих систем.

Мар Сергеевич Бобров (1914–1990) – доктор физико-математических наук, автор монографии «Кольца Сатурна» (1970 год).

Анатолий Михайлович Микиша (1933–2010) – астроном, сотрудник Симеизской обсерватории.

Николай Александрович Козырев (1908–1983) – известный советский астрофизик, в 1936 году был арестован и провёл в лагерях 10 лет. Разрабатывал «причинную механику», описывающую поведение физического времени.

Артур Стэнли Эддингтон (1882–1944) – выдающийся английский астрофизик.

Иллюстрации



Галактика Водоворот (M51)



Страница первой в мире кулинарной книги. На этой глиняной вавилонской табличке из Британского музея записан рецепт изготовления пива – его символ повторяется здесь трижды

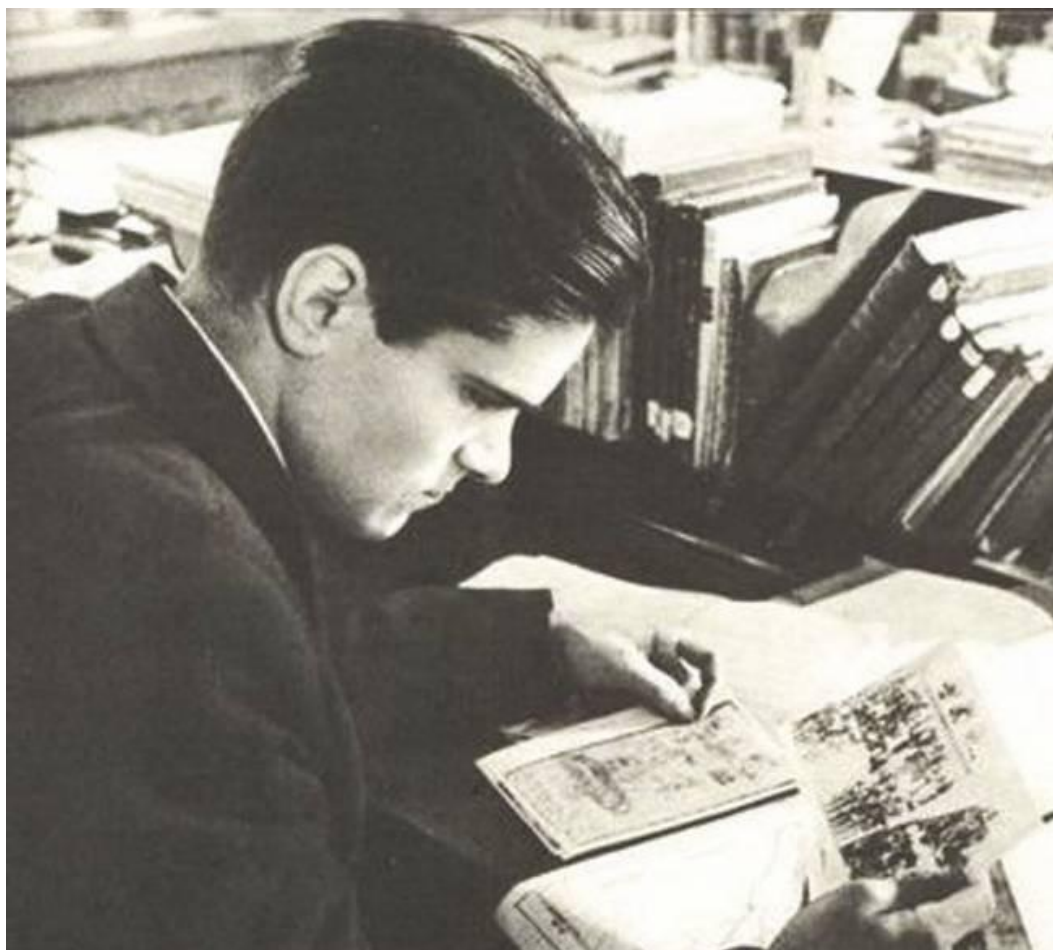


Иероглифы майя, вырезанные на каменных стенах древнего индейского города Паленке (Мексика). Эти забавные рожицы и крючки рассказывают о чем-то очень важном



Страница из Дрезденского кодекса майя. Если вы подумали, что здесь изображена сцена сражения со сказочными чудовищами, то вы неправильно расшифровали иероглифы майя. На данной странице приведены очень точные наблюдения за планетой Венера. Если бы нынешние школьные учебники были такими же красочными!





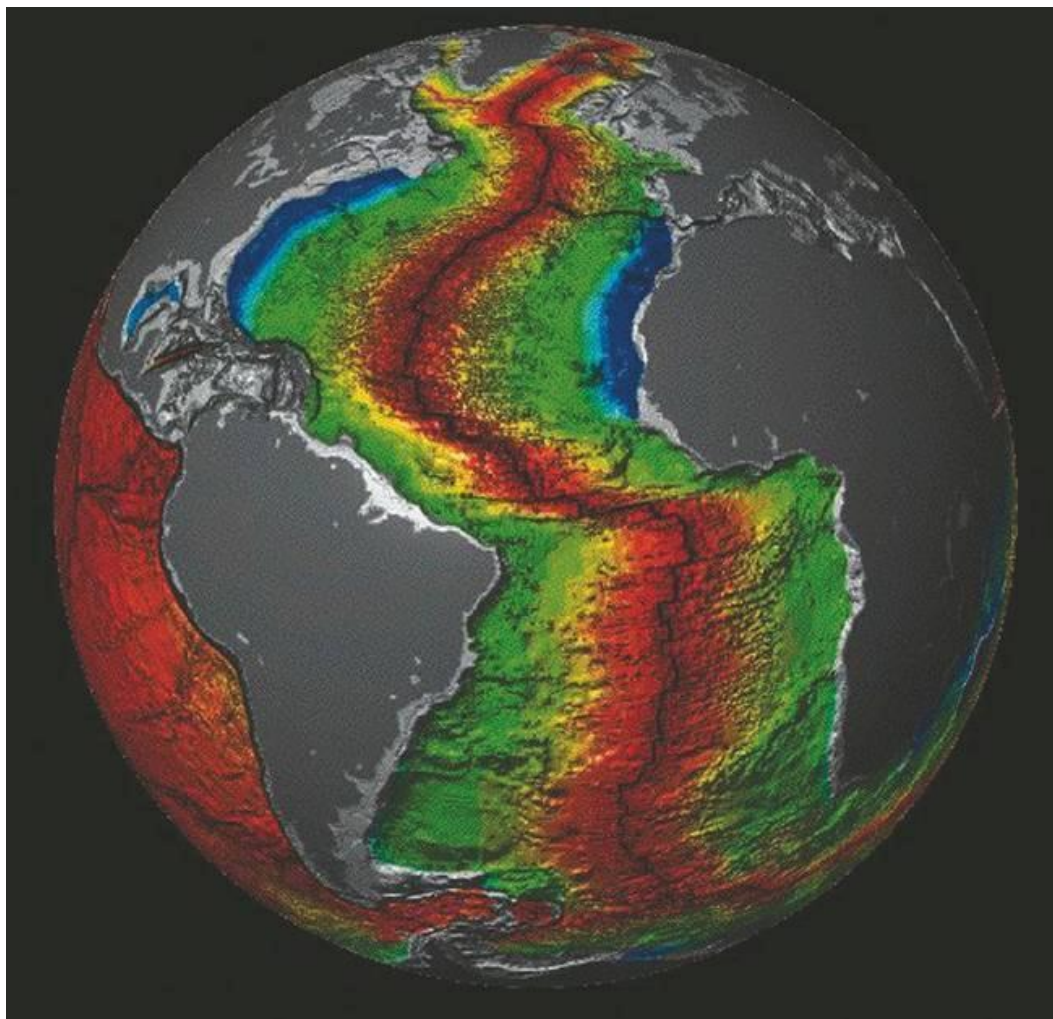
Кнорозов за расшифровкой иероглифов майя. Виднейшие лингвисты считали это невозможным. Слева: Паленке – город древних майя (фото из Википедии)



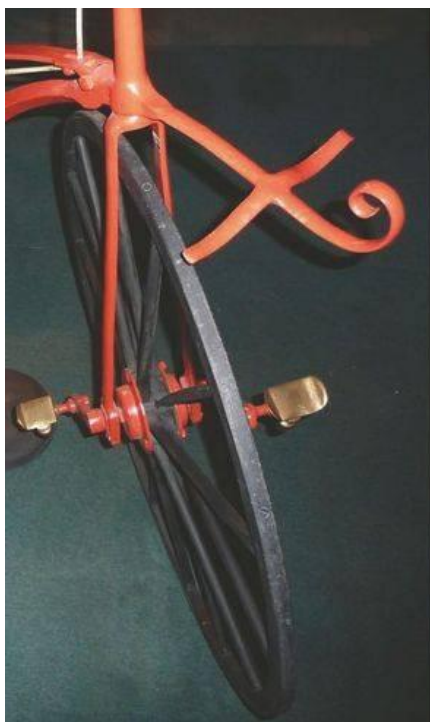
Развалины индейского города Тулум. Слева направо: майянисты Д. Д. Беляев, Ю. В. Кнорозов, Г. Г. Ершова. Последний визит Кнорозова в страну майя (1997 год)



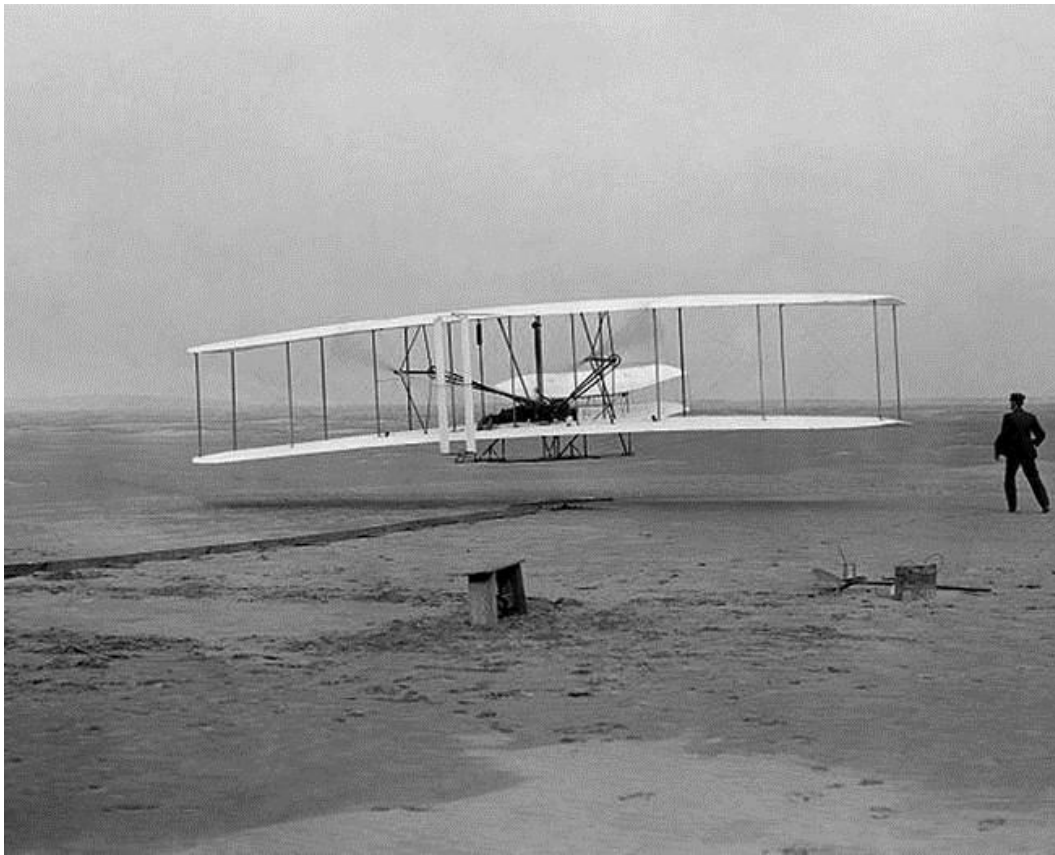
Вегенер (слева) в последней экспедиции в Гренландию



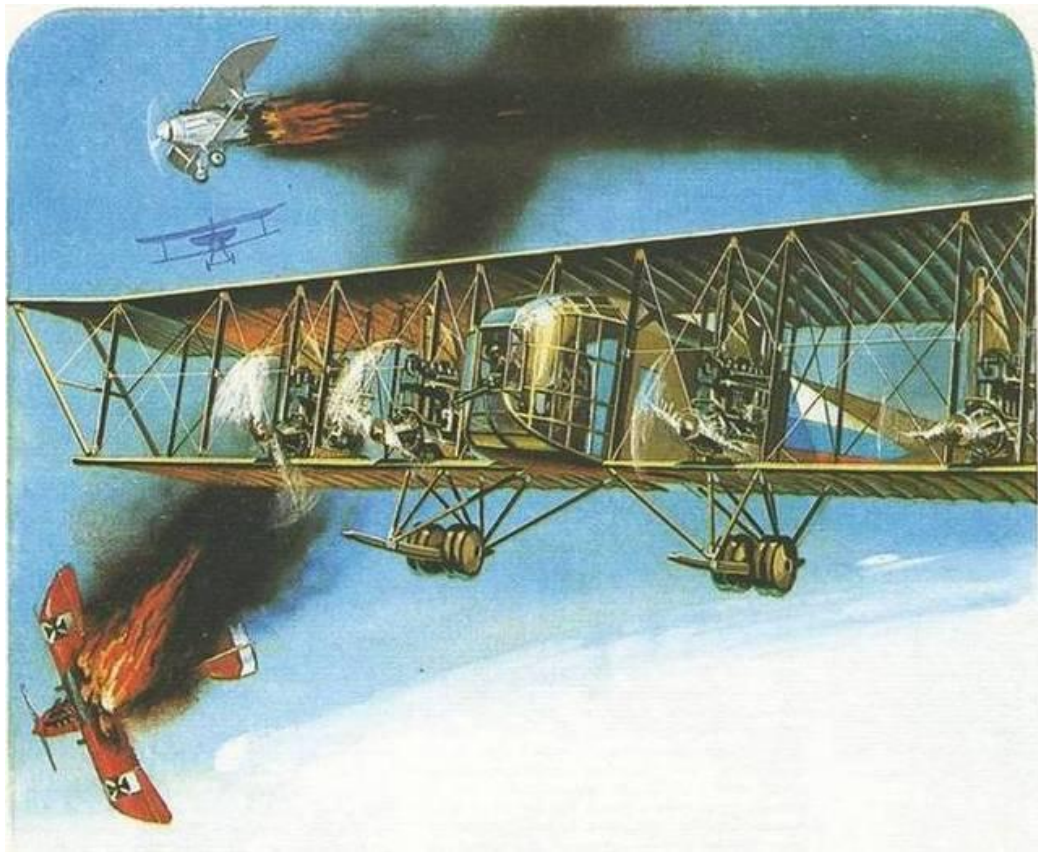
Возраст океанского дна в миллионах лет (данные НОАА)



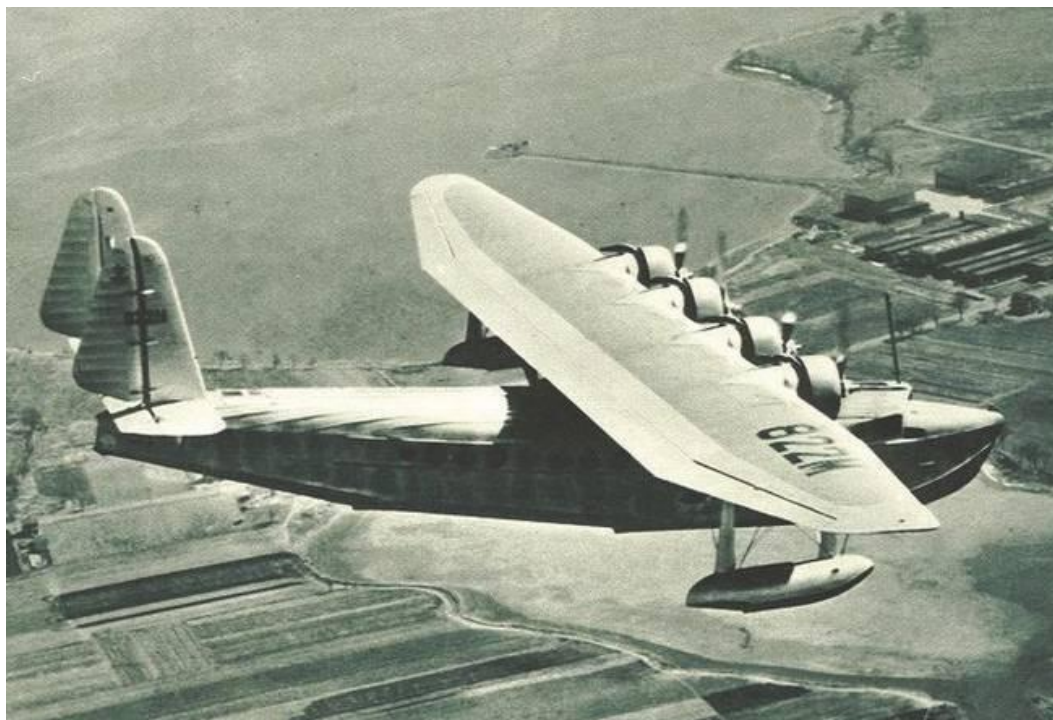
Велосипед «Декстер» (1869, США) обладал металлическими колесами без шин. У «Бенца» (1892, Германия) с одноцилиндровым мотором мощностью в 5 лошадиных сил колеса обтягивали плотной резиной. «Форд» (1915, США) с четырёхцилиндровым двигателем в 22,5 л. с. имел колеса с деревянными спицами и надувными резиновыми шинами. «Роллс-Ройс» «Серебряный призрак» (1925, Англия) с мощным шестицилиндровым мотором ездил на широких надувных шинах, на которых написано «Goodyear». Автомобиль выпускался в 1906–1926 годах и получил звание «Лучшая машина в мире». Фото сделаны автором в Музее автомобилей в городе Льюрей (Вирджиния, США)



1903



1913



1934



1944

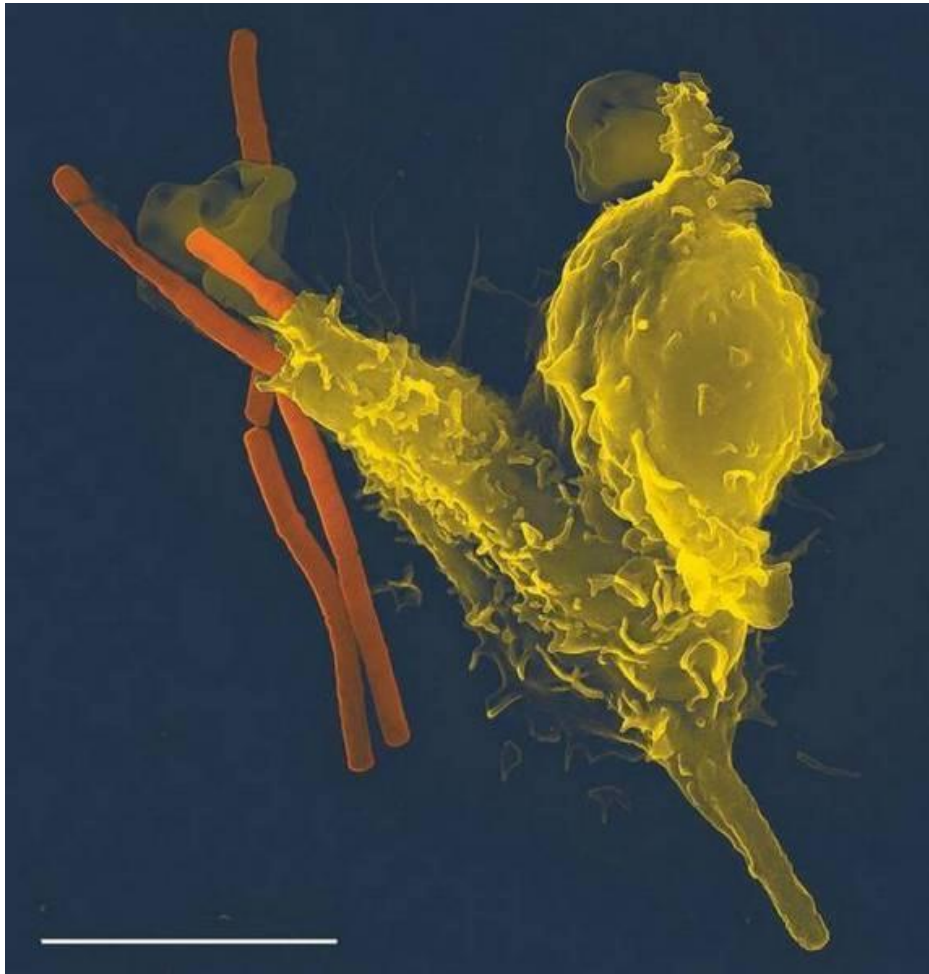
1903 год – первый полёт самолёта братьев Райт, пилотирует Уилбер; 1913 – «Русский Витязь» Сикорского; 1934 – «Летающий Клипер» Сикорского; 1944 – «Супер Констеллешен» – самолёт, на котором Уилбер Райт совершил свой последний полёт



Нынешние американские президенты предпочитают летать на вертолетах русского конструктора Игоря Сикорского



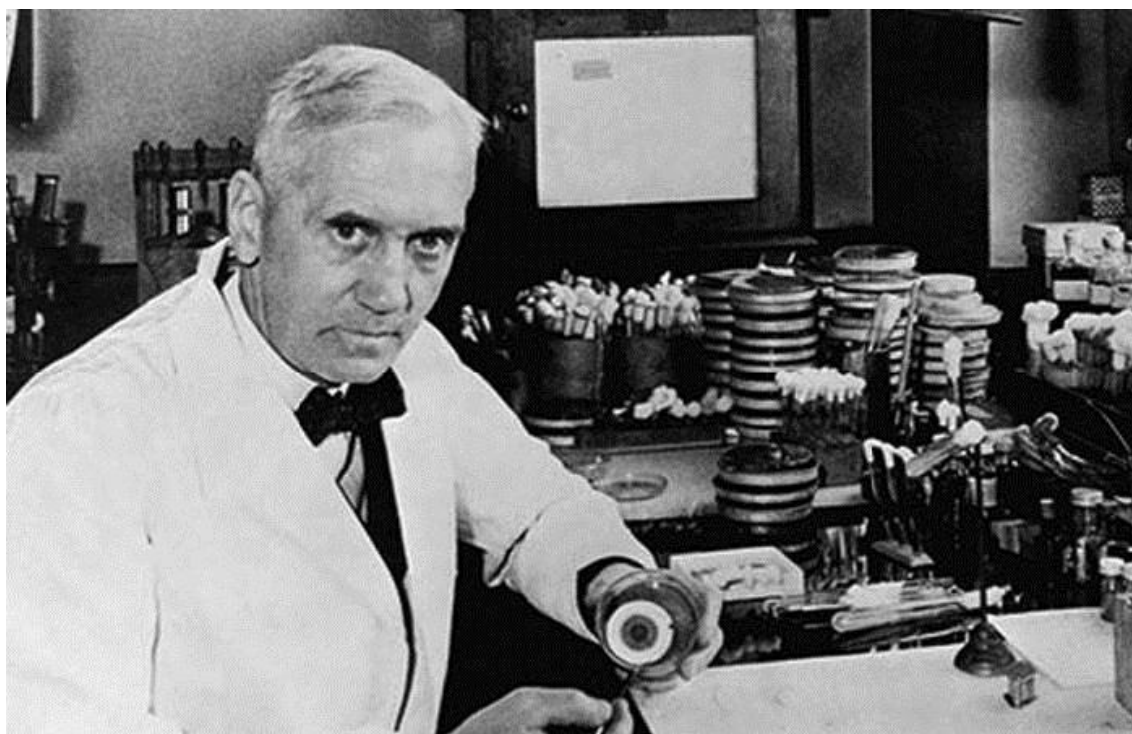
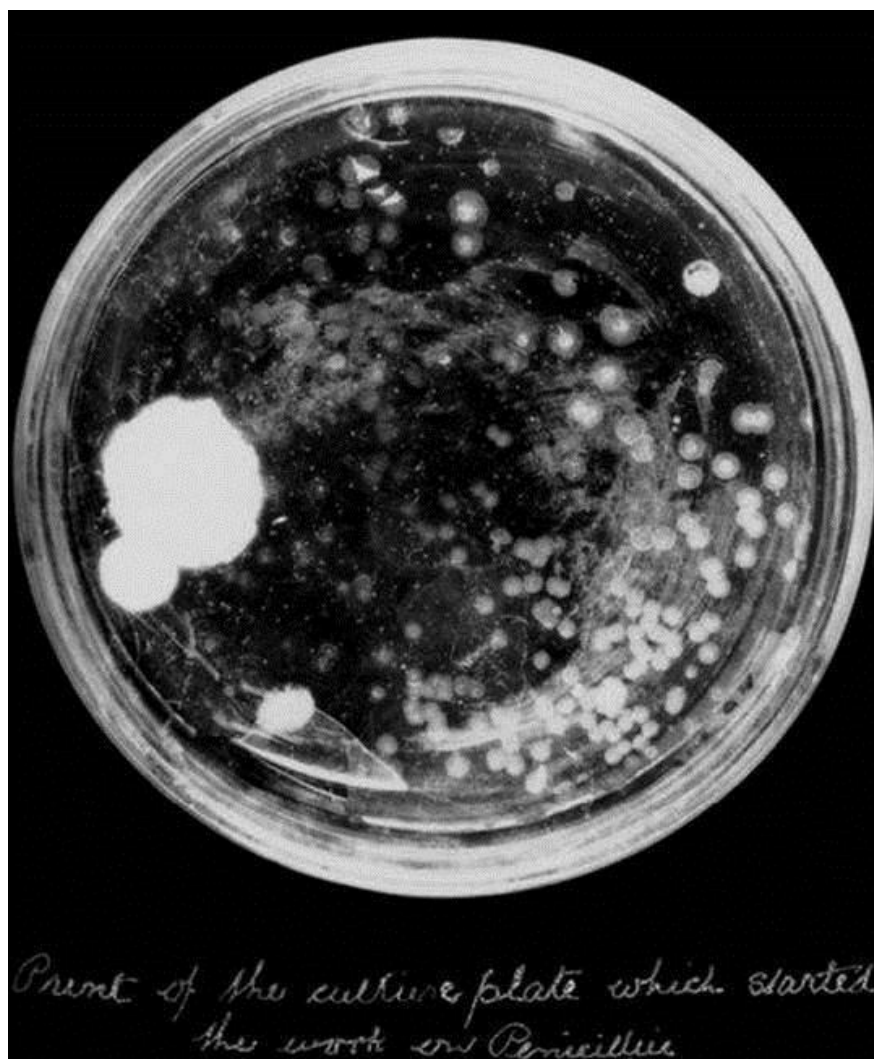
Антони ван Левенгук, открыватель микробов. Картина художника Верколье



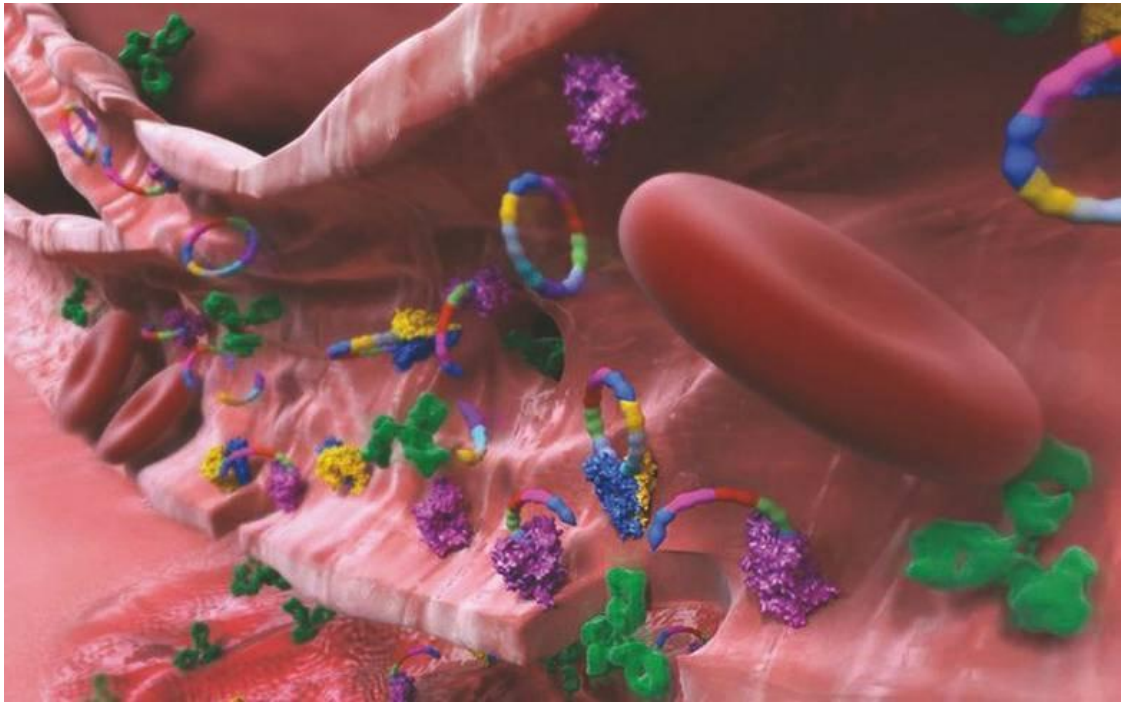
Лейкоцит (показан жёлтым цветом) уничтожает палочкообразные бактерии сибирской язвы (окрашены в оранжевый). Фото Бринкмана



Стафилококки на поверхности нашей кожи. Фото журнала Nature



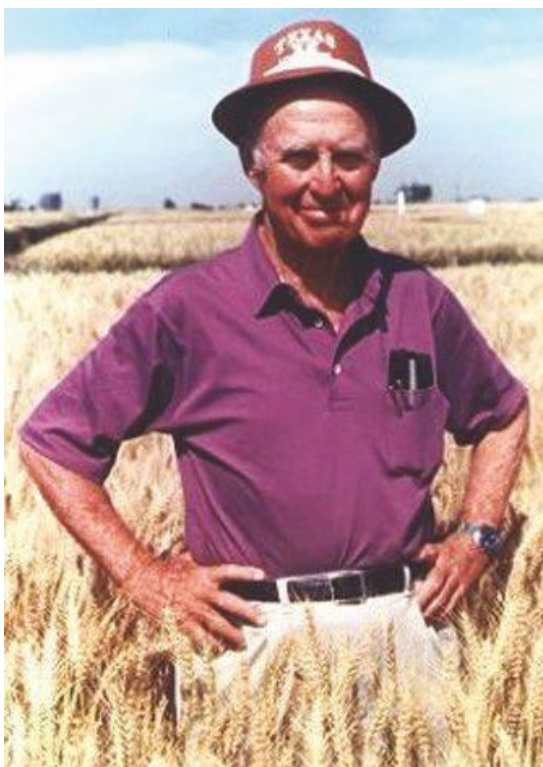
Доктор Флеминг (на фото), открывший пенициллин. Справа – фото той самой чашки Петри с большим пятном пушистой плесени и мелкими колониями стафилококков



П. Аллен изобразил проникновение в клетку нового лекарства от рака. Внутренние процессы клетки сложны и красивы. Научившись ими управлять, человек станет практически всемогущ. Острое зрение и прекрасные зубы? Получите! Могучее здоровье на двести лет? Пожалуйста! Бессмертие? Почему бы и нет!



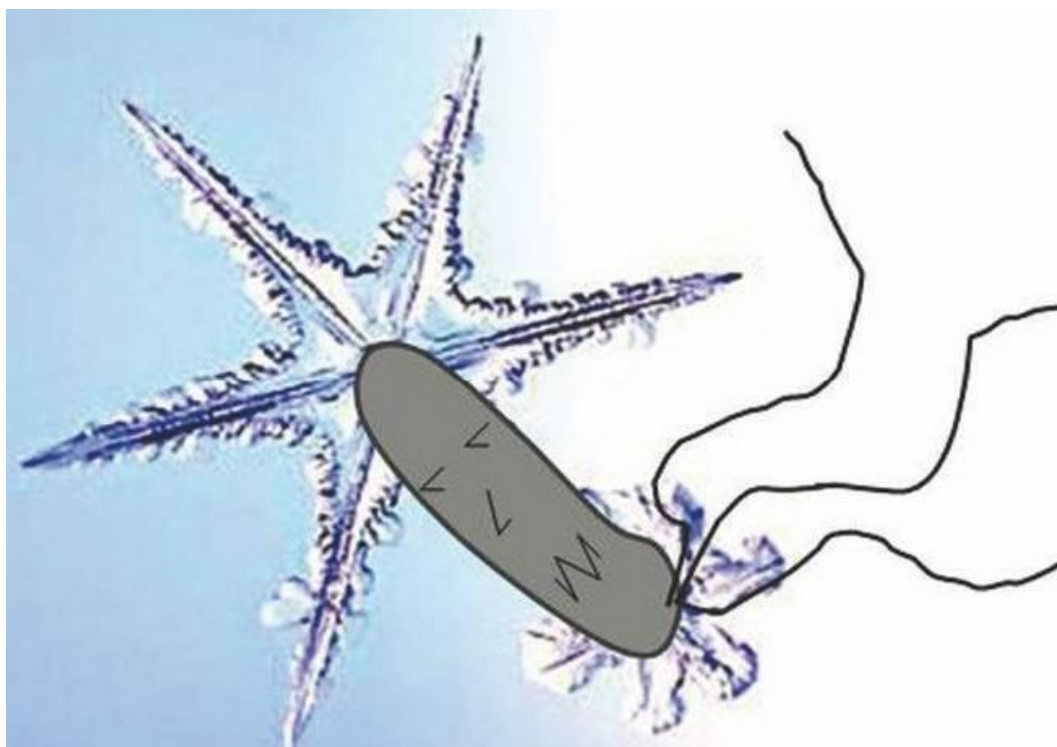
На глаз трудно отличить хромосомы пшеницы (вверху – фото Кэтлин Коннэлли) от хромосом агронома Борлоуга (на фото внизу). Но записи в них настолько разные, что именно человек выводит новые сорта пшеницы, а не наоборот



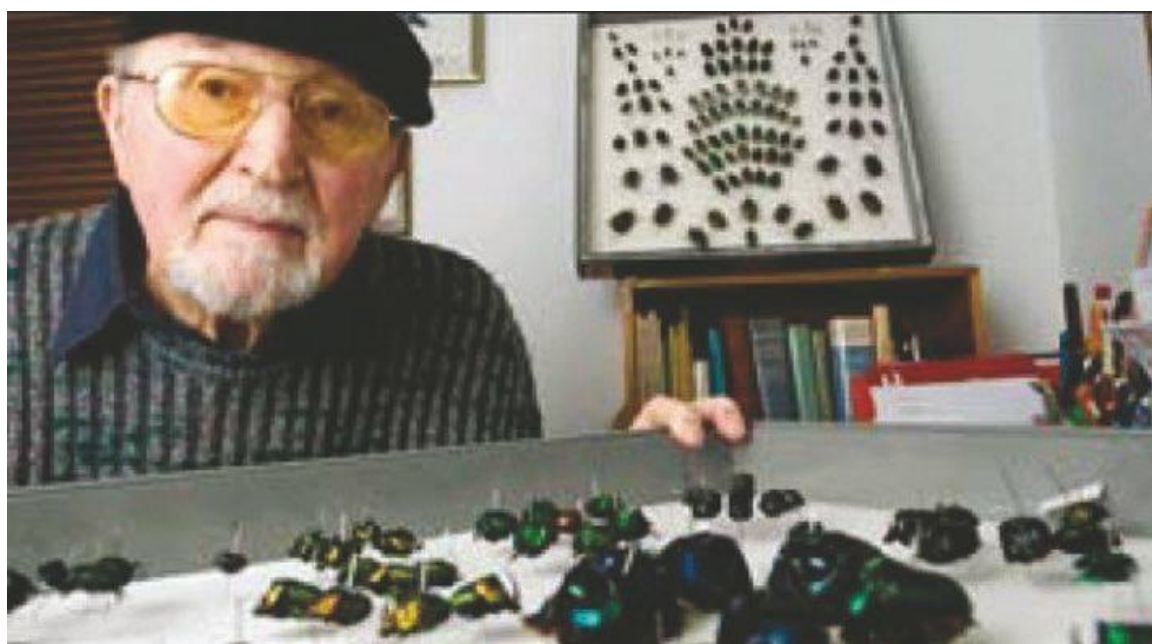
Процесс селекции сводится к улучшению информации в хромосомах. Кто же станет новым Борлоугом и выведет пшеницу, которая накормит всех людей в мире?



Фото, полученное биологами В.-Л. Денгом и А. Коллмером (слева), показывает, как бактерии *Pseudomonas syringae* (они светятся зелёным цветом) растут в межклеточном пространстве листа. *Pseudomonas syringae* не только мастерски применяют холодное, вернее, ледяное оружие против растений, но и командуют снегопадами и градом



Как выглядят эти удивительные микроорганизмы? Специально для читателей этой сказки, профессор Каява, который внёс важный вклад в исследование бактерии *Pseudomonas syringae*, прислал вот такое собственноручное изображение бактерии *Pseudomonas syringae* (внизу), за что я выражаю ему свою искреннюю благодарность



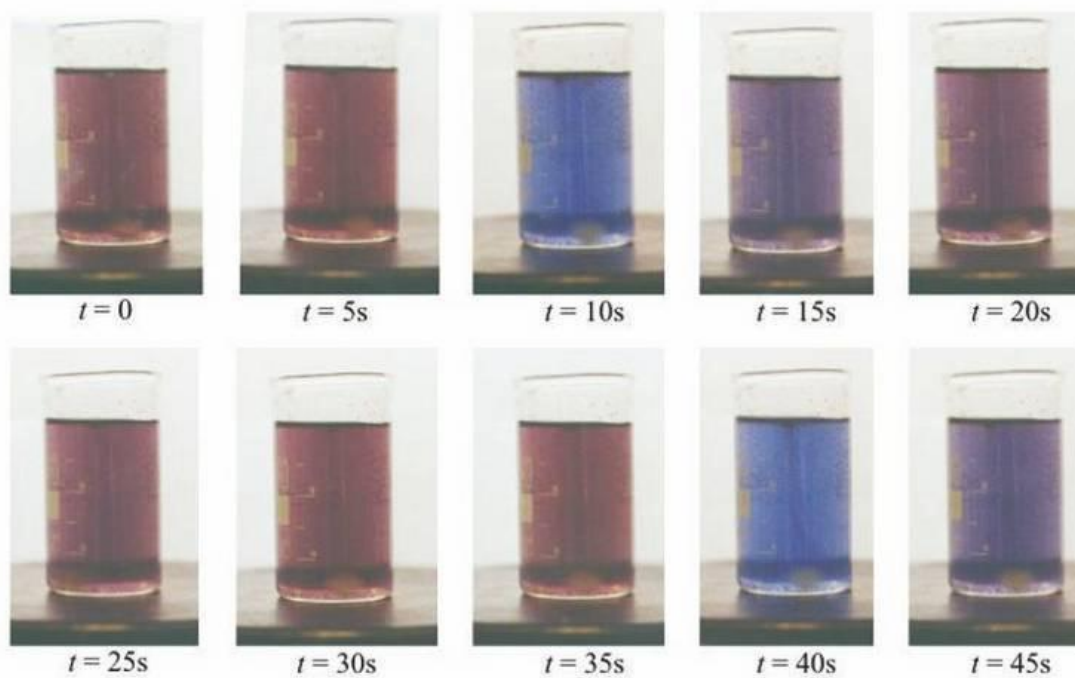
Доктор Борнемисса с коллекцией жуков. Фото журнала «Наука и жизнь»



Жук на навозном шаре. Фото журнала «Наука и жизнь»



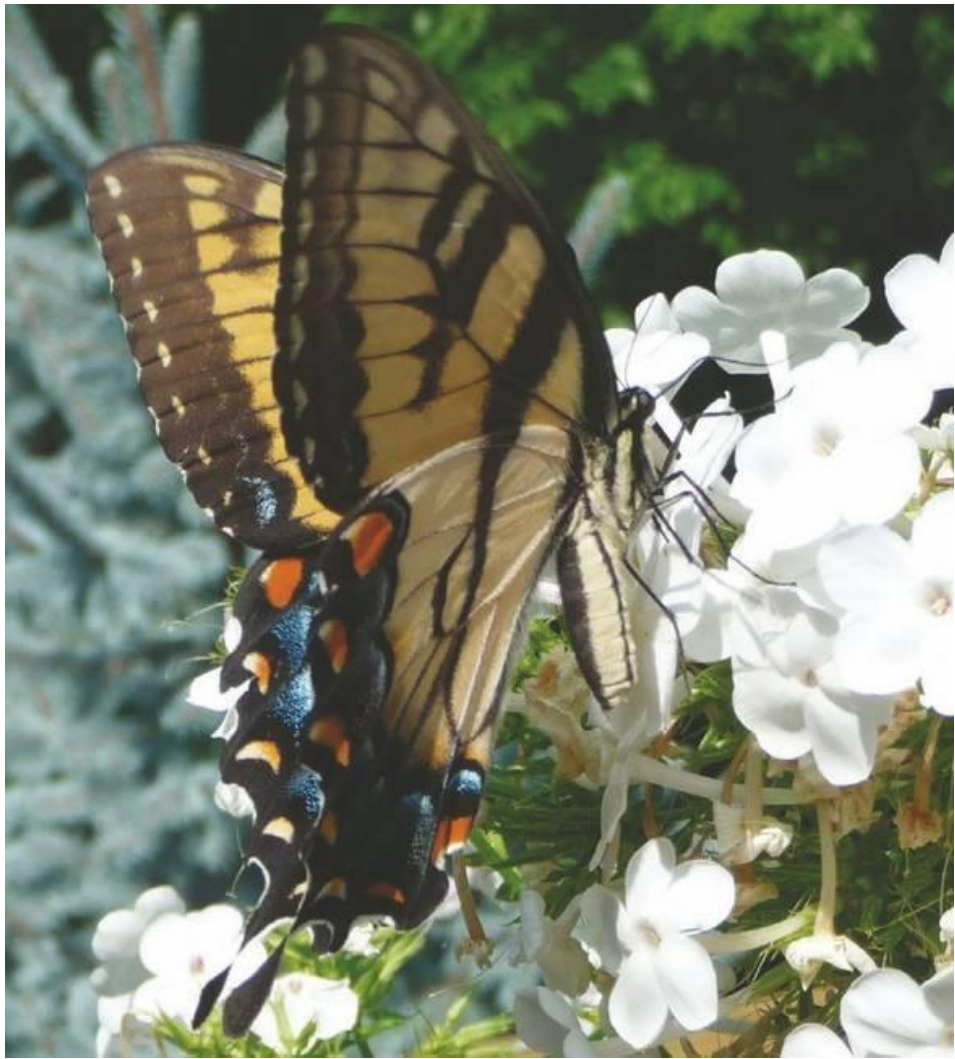
На шотландском канале имени Рассела группа исследователей создает волну-солитон. Фото журнала Nature

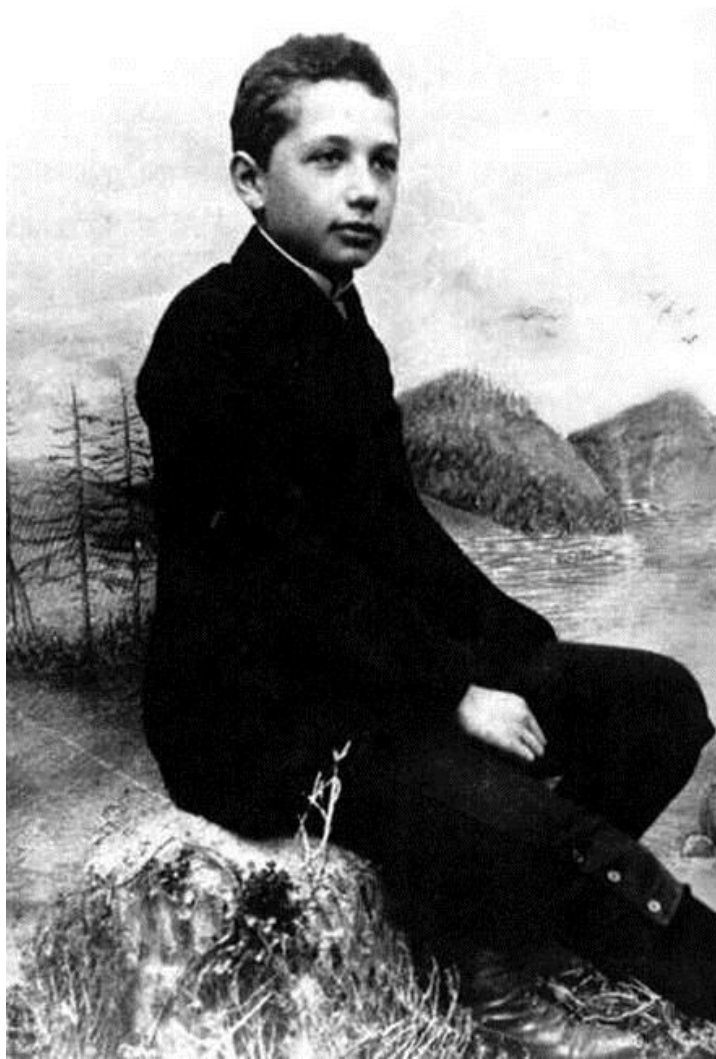


Б. П. Белоусов (на фото) открыл первую колебательную химическую реакцию. Справа: так меняет свой цвет стакан с «химическими часами» Белоусова в течение 45 секунд



Полосы на шкуре этого царственного сибирского тигра вызваны близкими к реакции Белоусова-Жаботинского колебательными биохимическими реакциями с диффузией, существование которых предположил английский математик Алан Тьюринг (фотография тигра сделана Джоном и Карен Холлингсвортами). Тигру до колебательных реакций никакого дела нет, но нам-то интересно, верно?





С помощью формул Эйнштейн доказал: время на концах взмахивающих крыльев бабочки движется медленнее обычного



$$E_0 = MC^2 \quad d\tau = dt \sqrt{1 - v^2 / C^2}$$

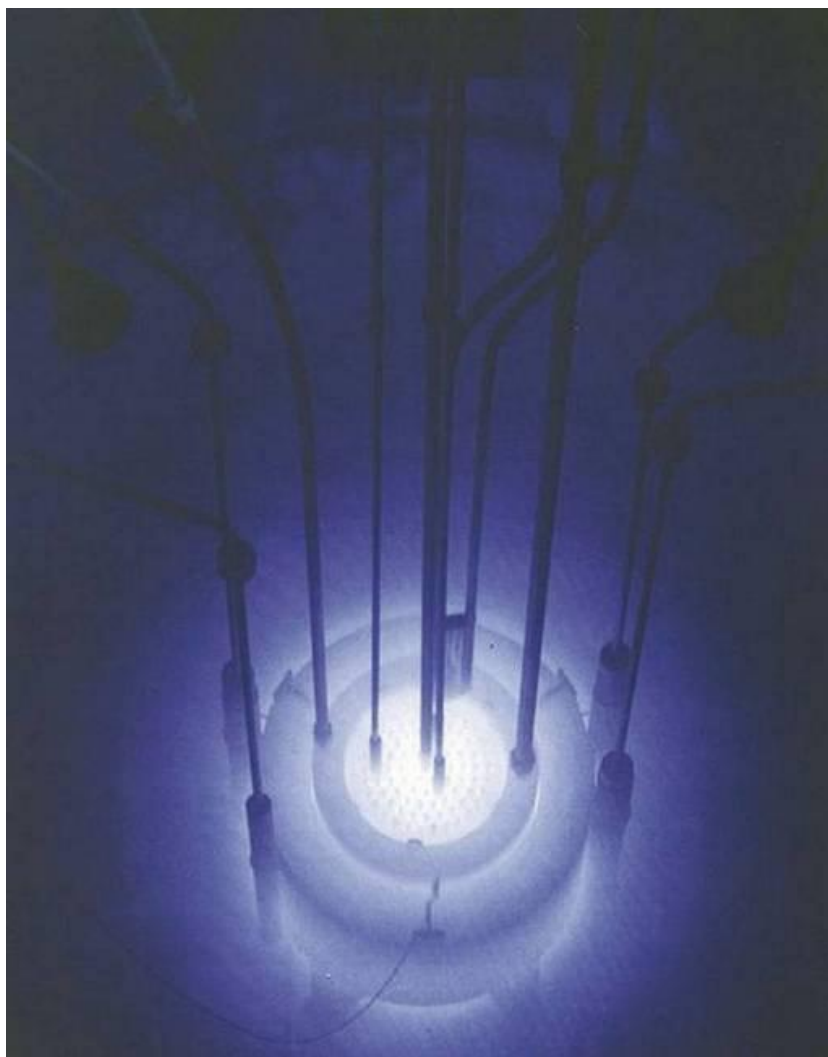
$$E = MC^2 dt / d\tau = MC^2 / \sqrt{1 - v^2 / C^2}$$

$$E = MC^2 / \sqrt{1 - v^2 / C^2} \approx MC^2 + Mv^2 / 2$$

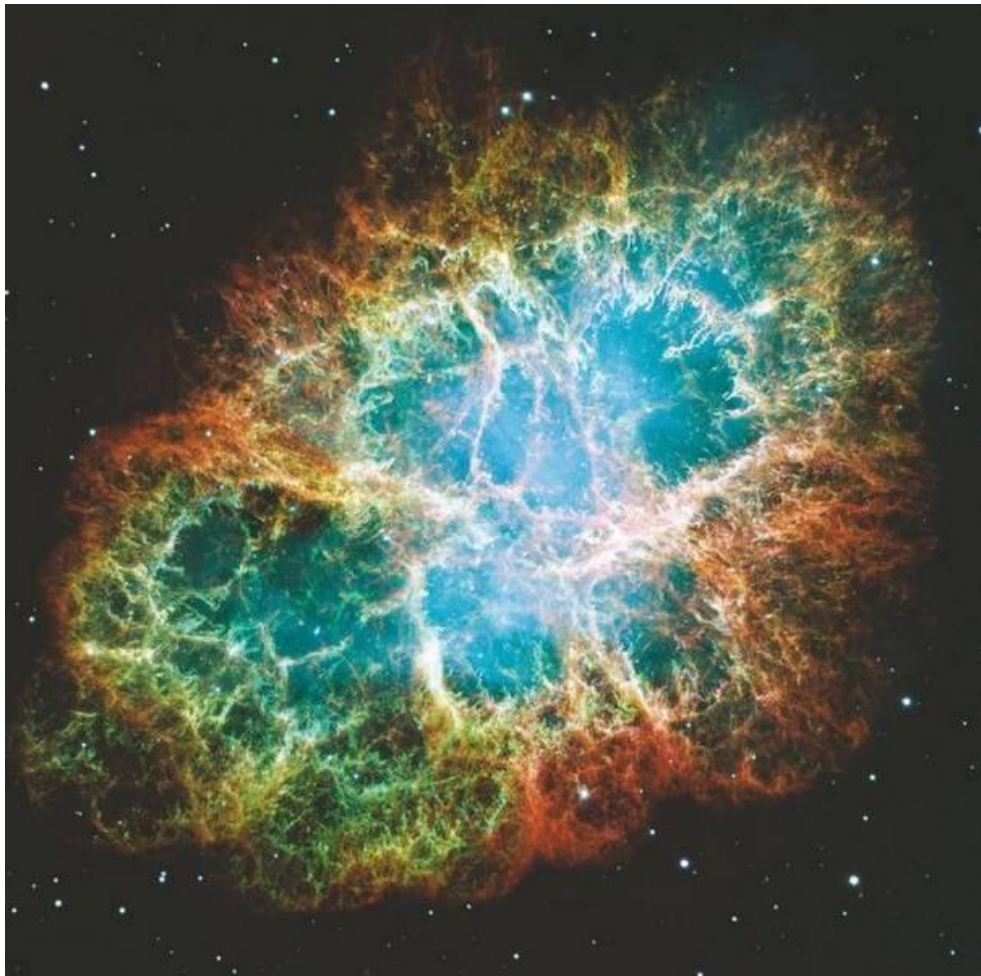
Время пилота сверхзвукового истребителя течёт ещё медленнее



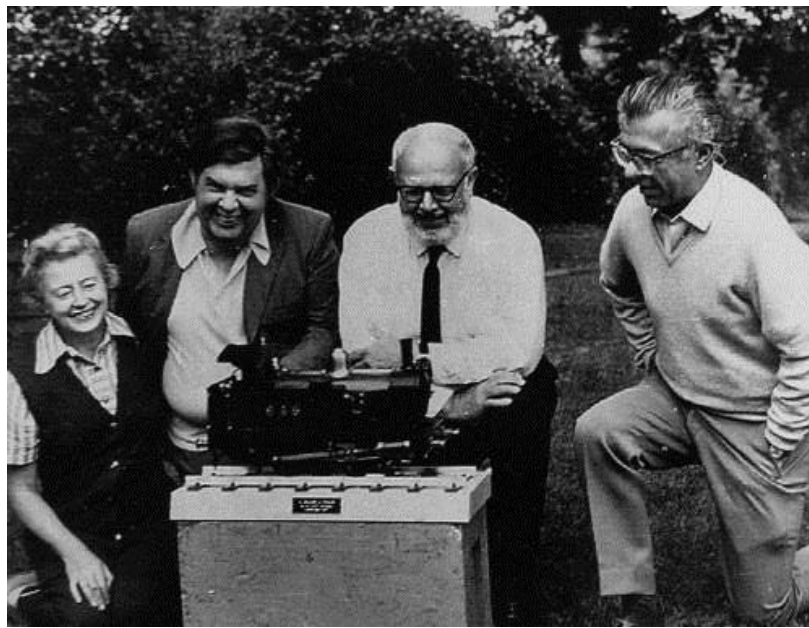
Закону Эйнштейна $E_0 = MC^2$ подчиняется всё. Во время горения масса дров уменьшается на ничтожную величину (остальная масса дров переходит в массу золы и углекислого газа). Зато как тепло возле горящего камина!



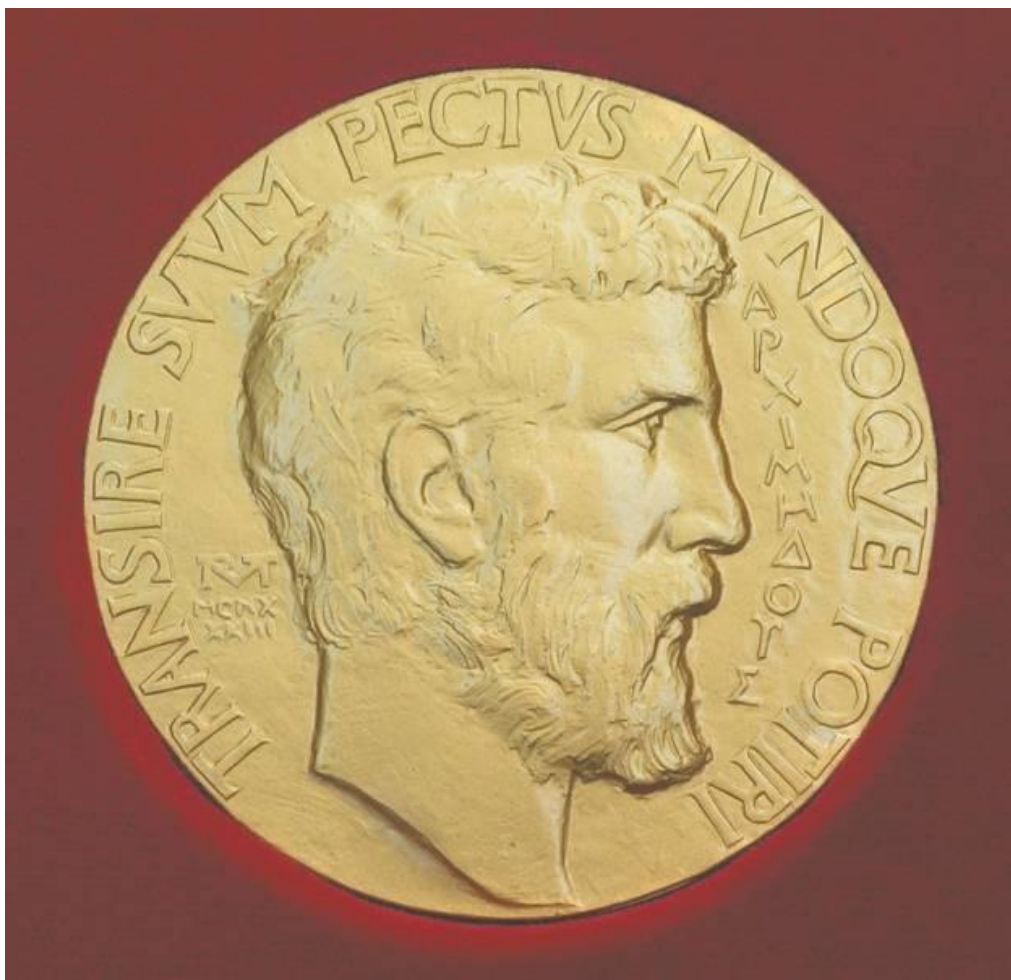
Атомный реактор тоже превращает в электрическую энергию лишь очень небольшую долю массы урана. Но одной порции топлива хватает на три года работы. Свечение вызвано эффектом Вавилова-Черенкова — излучением заряженных частиц, которые движутся в воде быстрее скорости света (Эйнштейн это разрешает, потому что скорость света в воде на 25 % меньше, чем в вакууме). Глубины Мирового океана, куда не достигают лучи солнца, освещаются лишь слабым излучением Вавилова-Черенкова



Сесилия Пейн-Гапошкина, одна из первых в мире женщин-профессоров астрономии. Открыла, что звезды состоят в основном из водорода. На фото слева: Крабовидная туманность



Б²ФХ = Маргарет Бербидж, Джеффри Бербидж, Уильям Фаулер и Фред Хойл – группа астрономов, выяснившая, как внутри звёзд возникают химические элементы, входящие в состав человеческого тела. На фото слева: сброшенная оболочка сверхновой звезды



Изображение Архимеда на золотой медали Филдса – высшей награды среди математиков. Надпись на латыни: «Transire suum pectus mundo que potiri» – «Превзойти свою человеческую ограниченность и покорить Вселенную». Фото Стефана Захова



Остров Ортигия, исторический центр Сиракуз, родного города Архимеда. У этих берегов гений Архимед жёг и топил римские галеры. Фото из Википедии



Математик и философ Лейбниц Брауншвейгский музей Херцога Энтони Ульбрихта. Портрет кисти Кристофа Франке



Врач Эдвард Дженнер делает прививку мальчику Джеймсу Фиппсу 14 мая 1796 года. Картина художника Эрнста Боарда (1877–1934)



Ламетри – медик и философ, просветитель и атеист. Гравюра Ахилла Овре. Фото из Википедии



Сен-Мало – город-крепость, прибежище пиратов и вольнодумцев, родной город Ламетри. Фото Дэвида Илиффа (лицензия CC BY SA 3.0)



Электрические разряды, или молнии в облаках вулканического пепла. Извержение вулкана Ринжани на острове Ломбок. Индонезия, 1995 год. Фото Оливера Спальта



Полярное сияние – это когда космические частицы взаимодействуют с земной атмосферой. Фото военнослужащего США Джошуа Стрэнга (Аляска)

101 ж. Следовательно, выражение для энергии можно представить в любой из следующих форм:

$$W_a = \frac{1}{8\pi} \iiint_V [K_{xx}P^2 + K_{yy}Q^2 + K_{zz}R^2 + 2K_{yz}QR + 2K_{zx}RP + 2K_{xy}PQ] dx dy dz,$$

или

$$W_a = 2\pi \iiint_V [k_{xx}f^2 + k_{yy}g^2 + k_{zz}h^2 + 2k_{yz}gh + 2k_{zx}hf + 2k_{xy}fg] dxdydz,$$

где индекс указывает на вектор, через который выражается W . Если индекс не указан, то подразумевается, что энергия выражена через оба вектора.

Таким образом, мы имеем всего шесть различных выражений для энергии электрического поля. Три из них содержат заряды и потенциалы поверхностей проводников и приведены в п. 87. Три других выражения являются объемами интегралами по всему электрическому полю и содержат составляющие электродвижущей напряженности, или электрического смещения, или и те и другие.

Потому первые три интеграла относятся к теории взаимодействия на расстоянии, а три последних — к теории воздействия через посредство промежуточной среды. Их можно представить в виде

$$W = -\frac{1}{2} \iiint_V S \cdot \mathfrak{E} d\zeta,$$

$$W_a = -\frac{1}{8\pi} \iiint_V S \cdot \mathfrak{E} (\mathfrak{E}) d\zeta, \quad W_a = -2\pi \iiint_V S \cdot \nabla \Phi^{-1} (\nabla) d\zeta.$$

101 з. Чтобы обобщить Теорему Грина на случай неоднородной анизотропной среды, достаточно лишь положить в Теореме III, п. 21,

$$X = \Psi \left[K_{xx} \frac{d\Phi}{dx} + K_{xy} \frac{d\Phi}{dy} + K_{xz} \frac{d\Phi}{dz} \right],$$

$$Y = \Psi \left[K_{yx} \frac{d\Phi}{dx} + K_{yy} \frac{d\Phi}{dy} + K_{yz} \frac{d\Phi}{dz} \right], \quad Z = \Psi \left[K_{zx} \frac{d\Phi}{dx} + K_{zy} \frac{d\Phi}{dy} + K_{zz} \frac{d\Phi}{dz} \right],$$

и мы получим

$$\begin{aligned} & \iiint_V \Psi \left[(K_{xx}l + K_{yx}m + K_{zx}n) \frac{d\Phi}{dx} + (K_{xy}l + K_{yy}m + K_{zy}n) \frac{d\Phi}{dy} + \right. \\ & \left. + (K_{xz}l + K_{yz}m + K_{zz}n) \frac{d\Phi}{dz} \right] d\zeta - \iiint_V \Psi \left[\frac{d}{dx} \left(K_{xx} \frac{d\Phi}{dx} + K_{xy} \frac{d\Phi}{dy} + K_{xz} \frac{d\Phi}{dz} \right) + \right. \\ & \left. + \frac{d}{dy} \left(K_{yx} \frac{d\Phi}{dx} + K_{yy} \frac{d\Phi}{dy} + K_{yz} \frac{d\Phi}{dz} \right) + \frac{d}{dz} \left(K_{zx} \frac{d\Phi}{dx} + K_{zy} \frac{d\Phi}{dy} + K_{zz} \frac{d\Phi}{dz} \right) \right] dx dy dz = \\ & = \iiint_V \left(K_{xx} \frac{d\Phi}{dx} \frac{d\Phi}{dx} + K_{yy} \frac{d\Phi}{dy} \frac{d\Phi}{dy} + K_{zz} \frac{d\Phi}{dz} \frac{d\Phi}{dz} + K_{yz} \left(\frac{d\Phi}{dy} \frac{d\Phi}{dz} + \frac{d\Phi}{dz} \frac{d\Phi}{dy} \right) + \right. \\ & \left. + K_{zx} \left(\frac{d\Phi}{dz} \frac{d\Phi}{dx} + \frac{d\Phi}{dx} \frac{d\Phi}{dz} \right) + K_{xy} \left(\frac{d\Phi}{dx} \frac{d\Phi}{dy} + \frac{d\Phi}{dy} \frac{d\Phi}{dx} \right) \right) dx dy dz = \\ & = \iiint_V \Phi \left[(K_{xx}l + K_{yx}m + K_{zx}n) \frac{d\Phi}{dx} + (K_{xy}l + K_{yy}m + \right. \\ & \left. + K_{zy}n) \frac{d\Phi}{dy} + (K_{xz}l + K_{yz}m + K_{zz}n) \frac{d\Phi}{dz} \right] d\zeta - \\ & - \iiint_V \Phi \left[\frac{d}{dx} \left(K_{xx} \frac{d\Phi}{dx} + K_{xy} \frac{d\Phi}{dy} + K_{xz} \frac{d\Phi}{dz} \right) + \frac{d}{dy} \left(K_{yx} \frac{d\Phi}{dx} + K_{yy} \frac{d\Phi}{dy} + K_{yz} \frac{d\Phi}{dz} \right) + \right. \\ & \left. + \frac{d}{dz} \left(K_{zx} \frac{d\Phi}{dx} + K_{zy} \frac{d\Phi}{dy} + K_{zz} \frac{d\Phi}{dz} \right) \right] dx dy dz, \end{aligned}$$

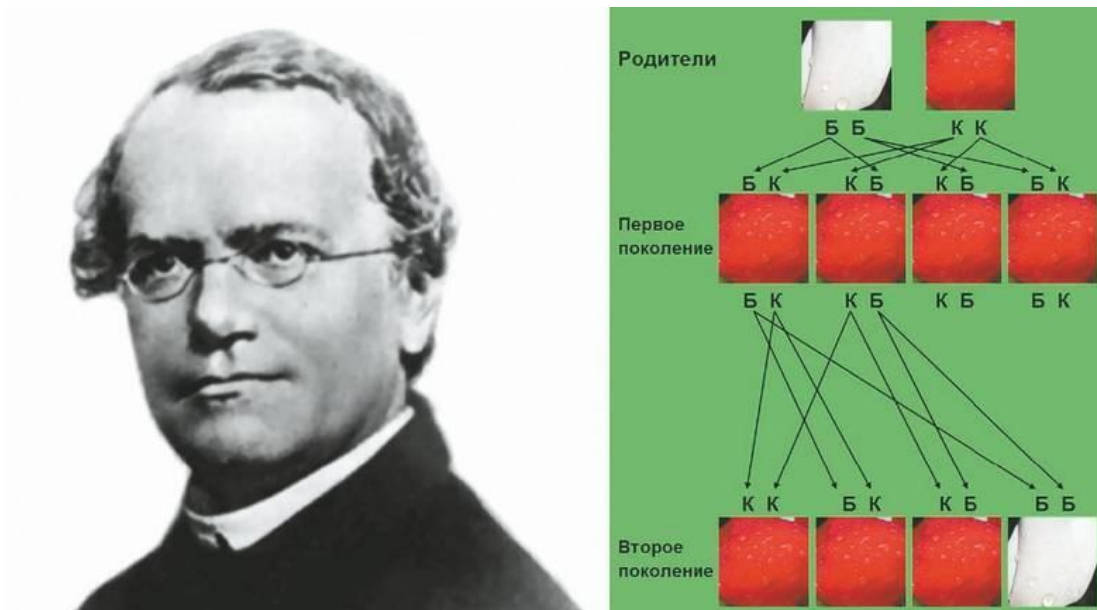
ДЖЕЙМС КЛЕРК МАКСВЕЛЛ ТРАКТАТ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСТВЕ И МАГНЕТИЗМЕ



Великий Максвелл и его труды по электродинамике. Фото из двухтомного сочинения Максвелла, издательство «Наука», 1989



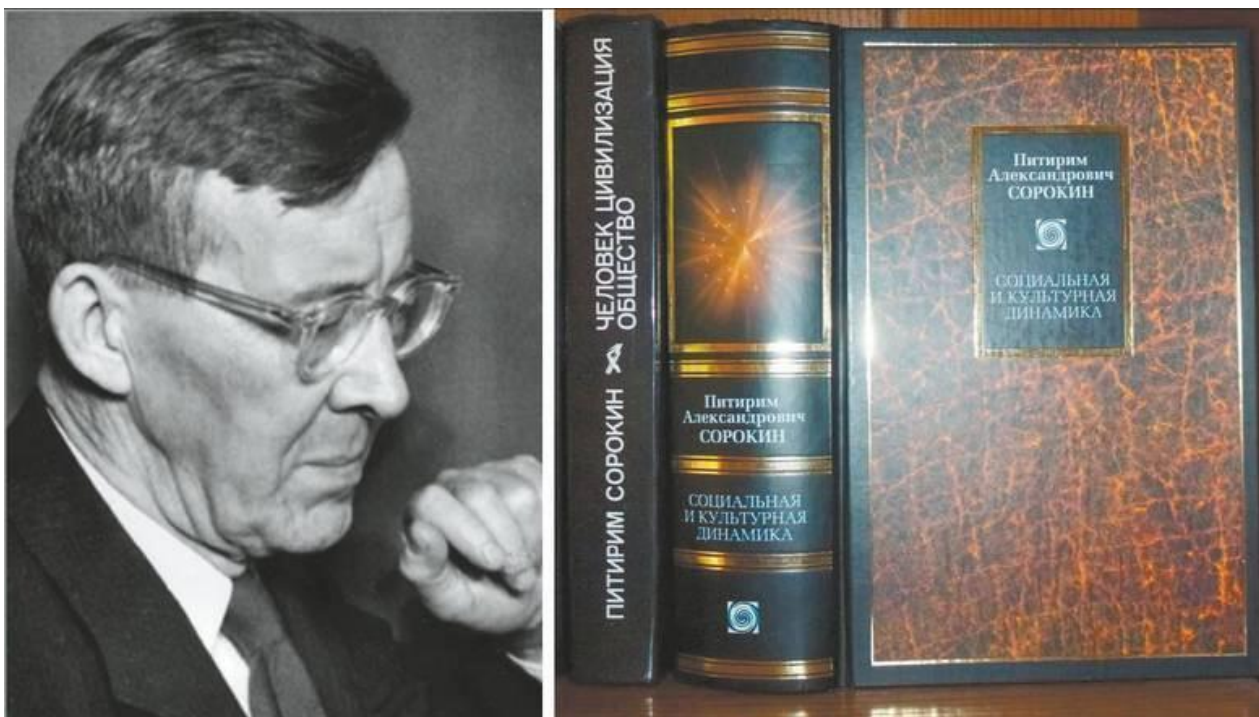
Изобретательный Яблочков и его дуговая лампа, осветившая Лондон и Париж «русским светом». *Вверху слева:* самолет «Павел Яблочков» завершил полёт Москва— Челябинск. Фото автора *Внизу слева:* бюст Яблочкова возле Саратовского колледжа радиозлектроники. Скульптор К. С. Суминов. Фото А. Сдобникова. *Справа:* дуговая лампа Яблочкова. Рисунок из Википедии, автор Хольгер Элгард



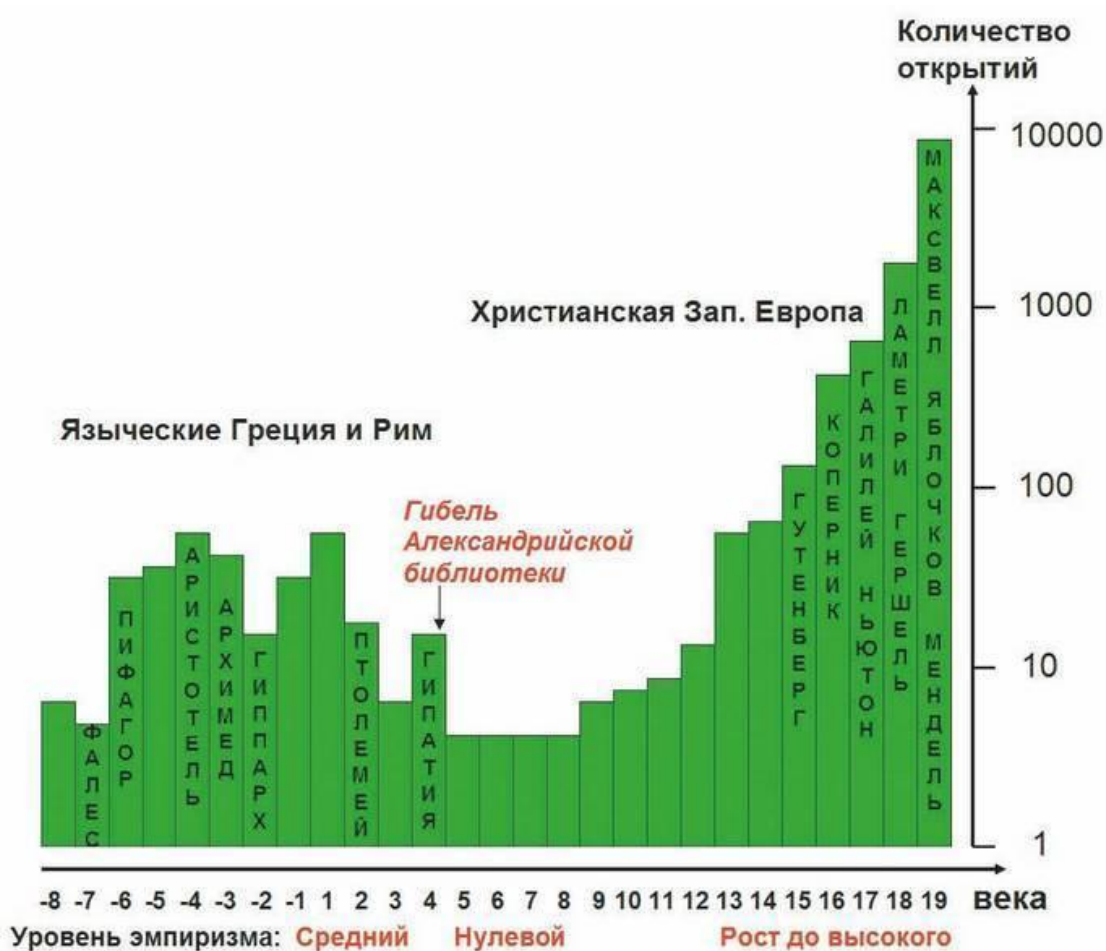
Слева: Грегор Мендель... Фото НИИ. *Справа:* ...и его закон наследования родительских признаков. Рисунок автора



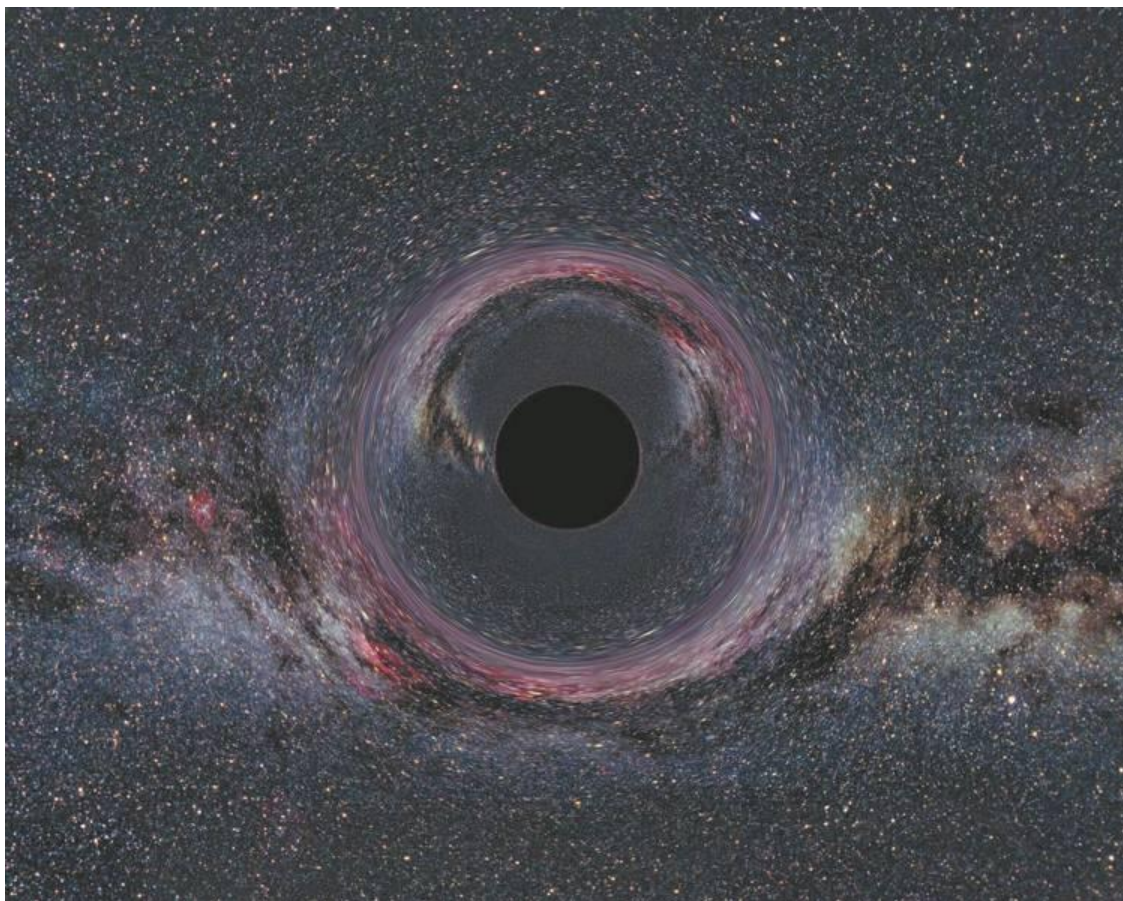
Слева: рыцарь Борис Уваров. *Справа:* нимфы саранчи в одиночной (*вверху*) и стадной (*внизу*) фазе. Фото из Википедии



Социолог Питирим Сорокин (фото с сайта <http://cliffstreet.org/>) и его книги (фото автора)



График, полученный социологом Сорокиным, показывающий связь научно-технического прогресса с эмпирическим (нерелигиозным) мышлением. Рисунок автора

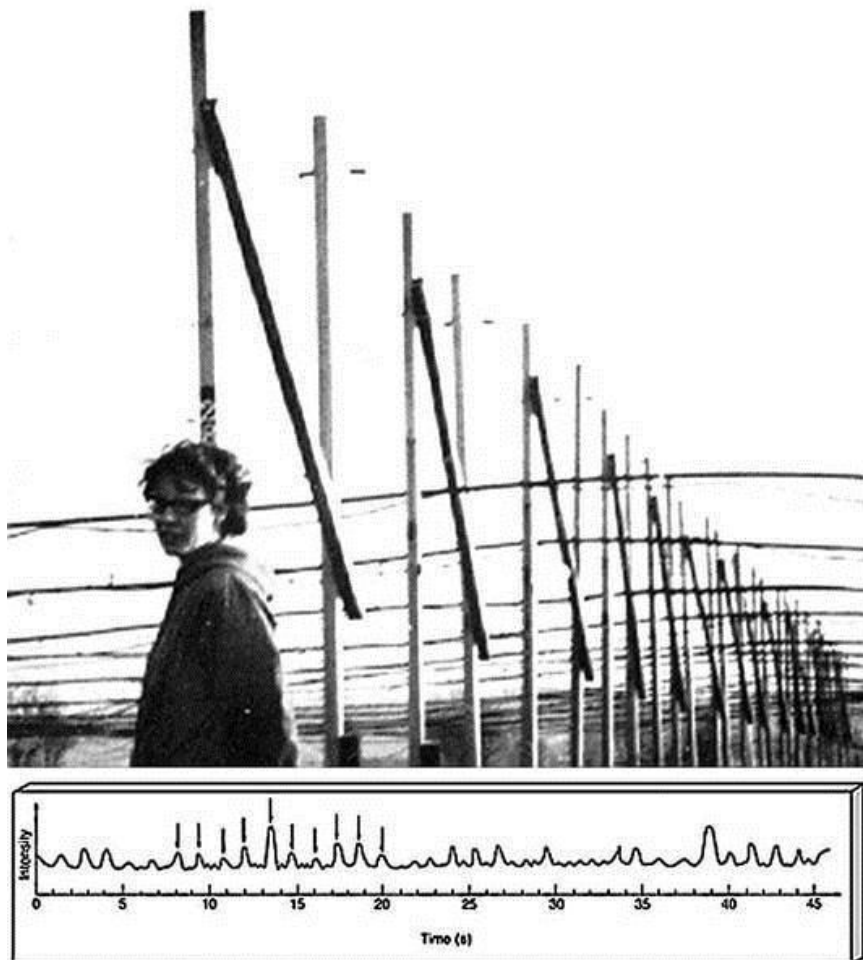


Чёрная дыра в десять солнечных масс на фоне Млечного Пути. Осторожно, вы уже в шестистах километрах от неё! Автор картины: Юте Краус, фоновая картина Акселя Меллингера



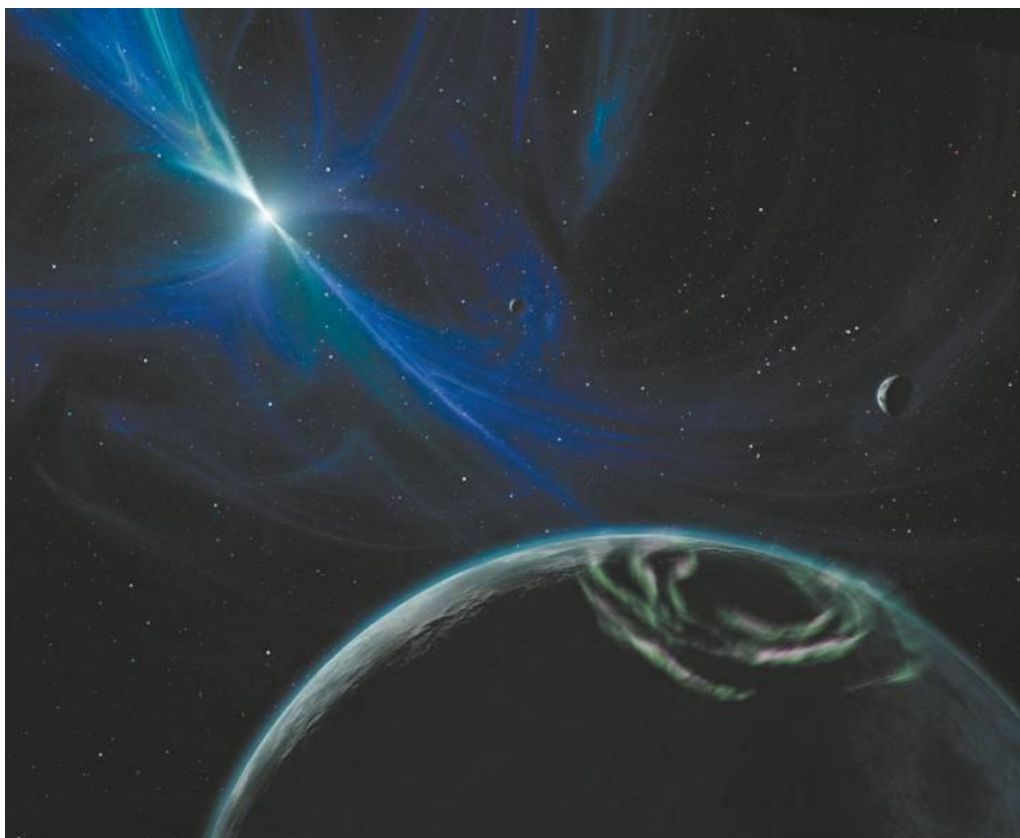
В центре нашей и других галактик – например, NGC 1365 – сидят сверхмассивные чёрные дыры с массой в миллионы солнечных масс. Вокруг них вращается ярко светящийся диск из газа и отдельных звёзд.

Через полярные области в космос выбрасывается мощная струя плазмы. Художественное изображение NASA

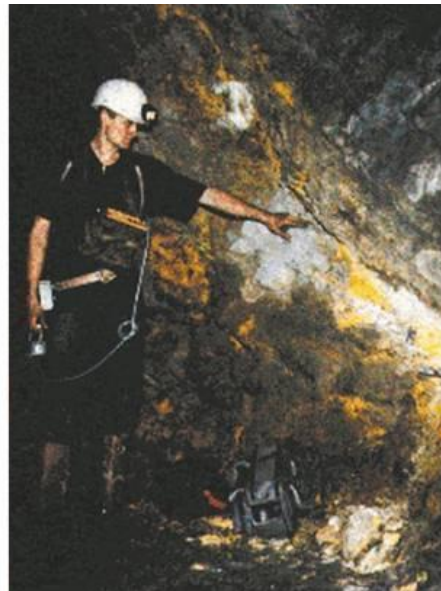


Вверху: Джоселин Белл возле радиотелескопа, построенного своими руками

Внизу: Сигналы от пульсара Из статьи Джоселин Белл (Annals New York Academy of Sciences, 1977)



Планета возле пульсара PSR B1257+12. Художественное изображение NASA/JPLCaltech/П.Хурт (SSC)

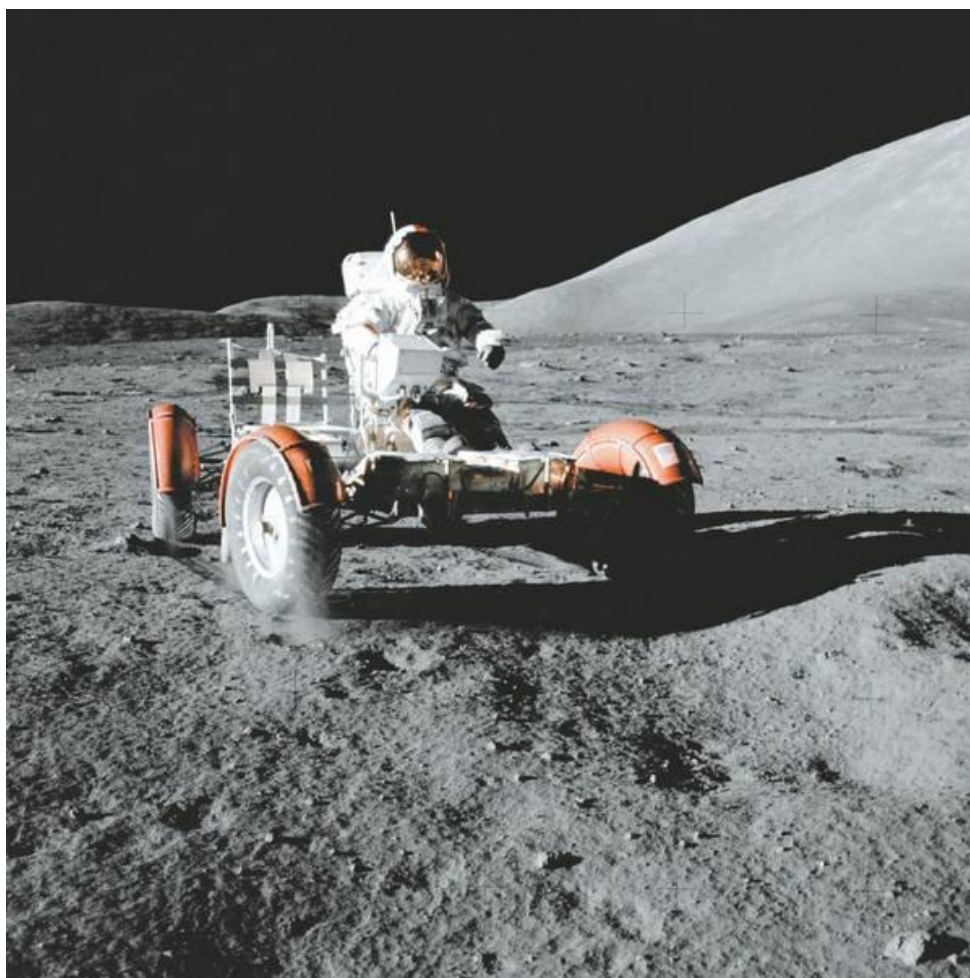


Слева: Исследовательский атомный реактор «Октопус» в Швейцарии. Фото из Википедии

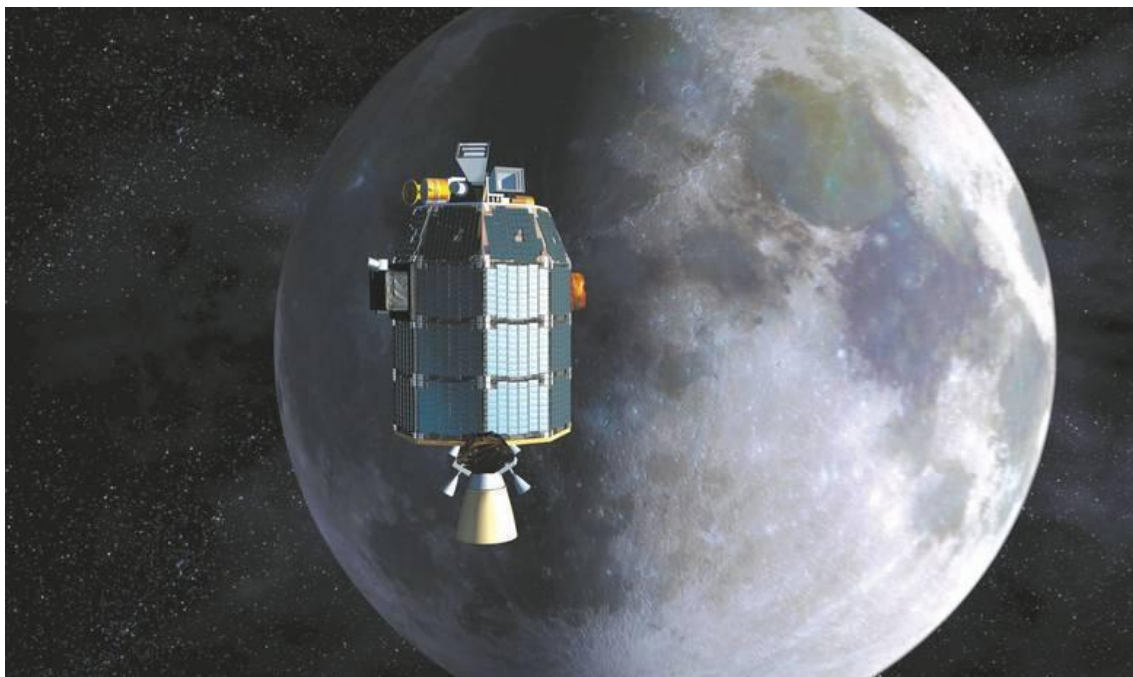
Справа: Природный атомный реактор в урановой жиле в Окло, который выглядит совсем иначе, но функционировал на тех же принципах. Желтая порода – оксиды урана. Фото NASA /Роберт Лосс



Земля – огромный атомный реактор. Гавайский вулкан, постоянно извергающий пар (*слева*) и лаву (*справа*), – следствие подземных ядерных реакций. Фото автора



Люди высаживались на Луну, ходили и ездили по ней. Но мы до сих пор не понимаем, как она образовалась. Одна из экспедиций «Аполлона». Фото NASA



Изучение Луны возобновилось! Робот-спутник LADEE стартовал к Луне 6 сентября 2013 года. Изображение NASA



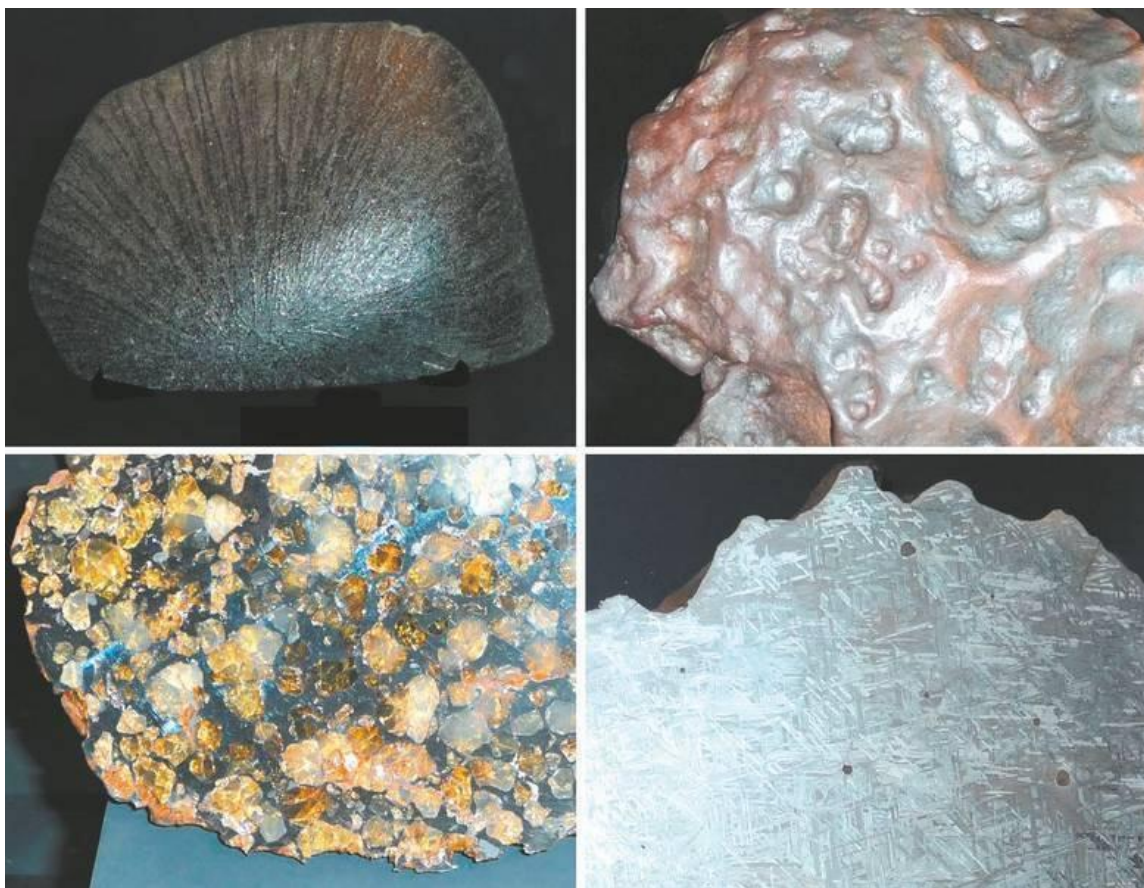
Владимир Игоревич Арнольд – выдающийся математик нашего времени, много сделавший для популяризации математики. Фото с сайта www.mcsme.ru



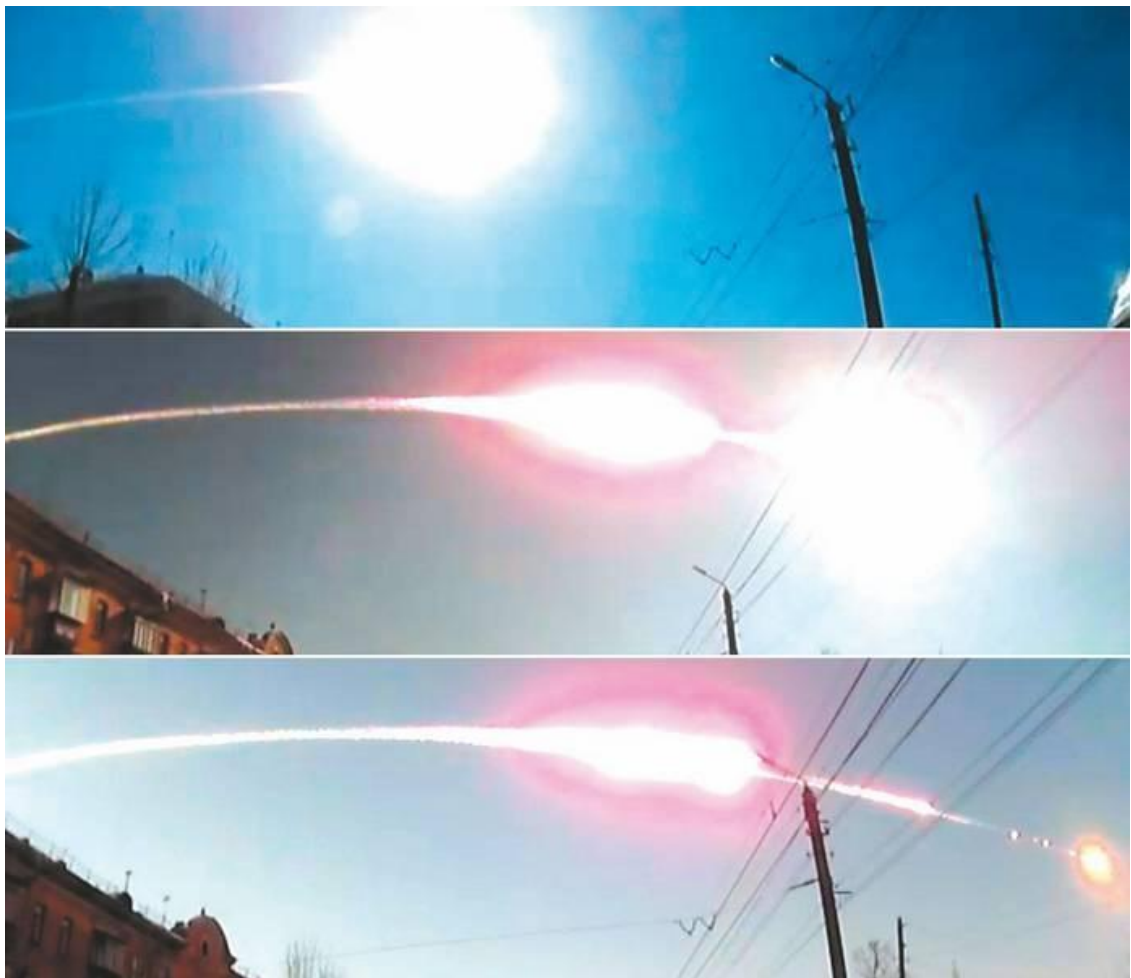
Что за домашняя библиотека без полудюжины книг Арнольда? Фото и книжные полки автора



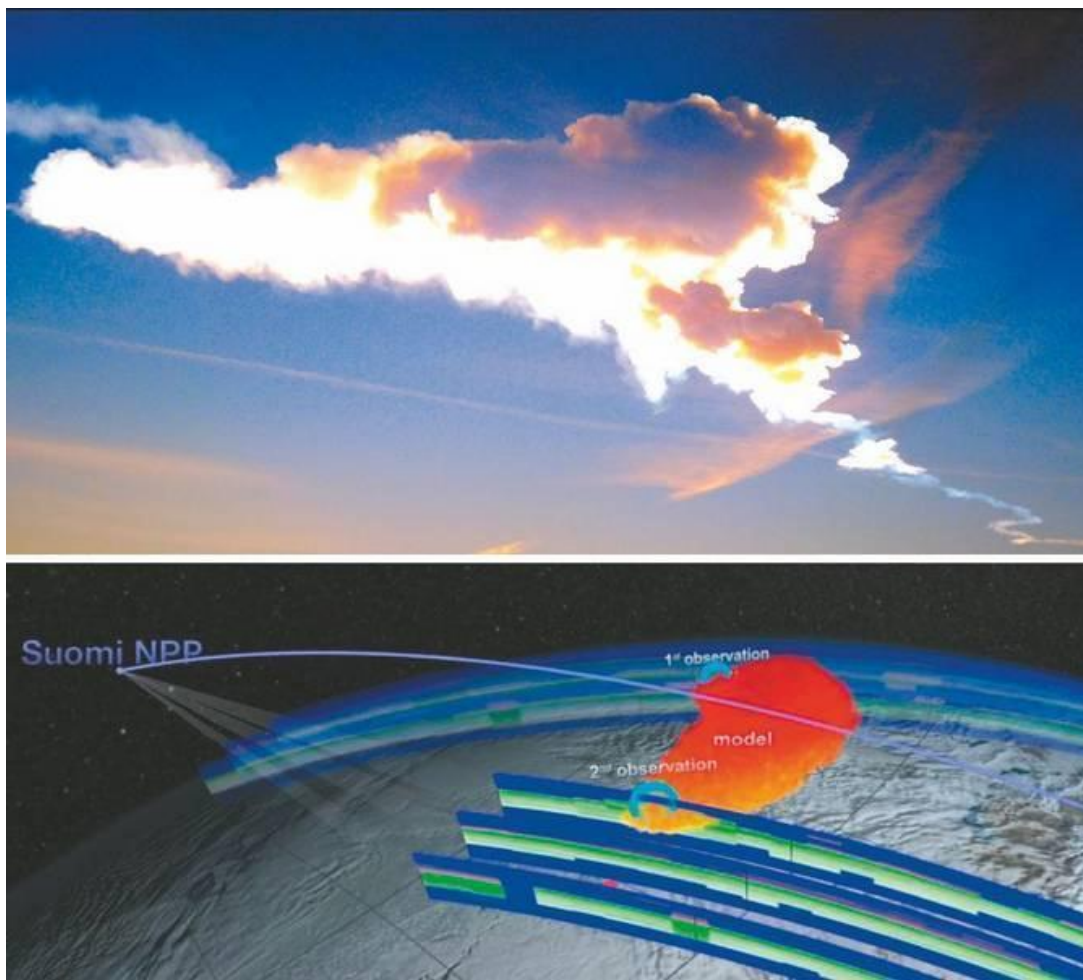
Роса на паутине. Преломление солнечных лучей в крошечных каплях воды описывается теорией катастроф. «Огибающая системы лучей называется каустикой (т. е. „жгущей“, так как в этих местах свет концентрируется). Каустика хорошо видна на внутренней поверхности чашки, освещённой солнцем. Радуга на небе также объясняется каустикой системы лучей, прошедших с полным внутренним отражением через каплю воды... Каустики общего положения в трёхмерном пространстве имеют лишь стандартные особенности. Эти особенности называются „ласточкин хвост“, „пирамида“ и „кошелёк“...» В. И. Арнольд, «Теория катастроф» Фото Игоря Подобаева



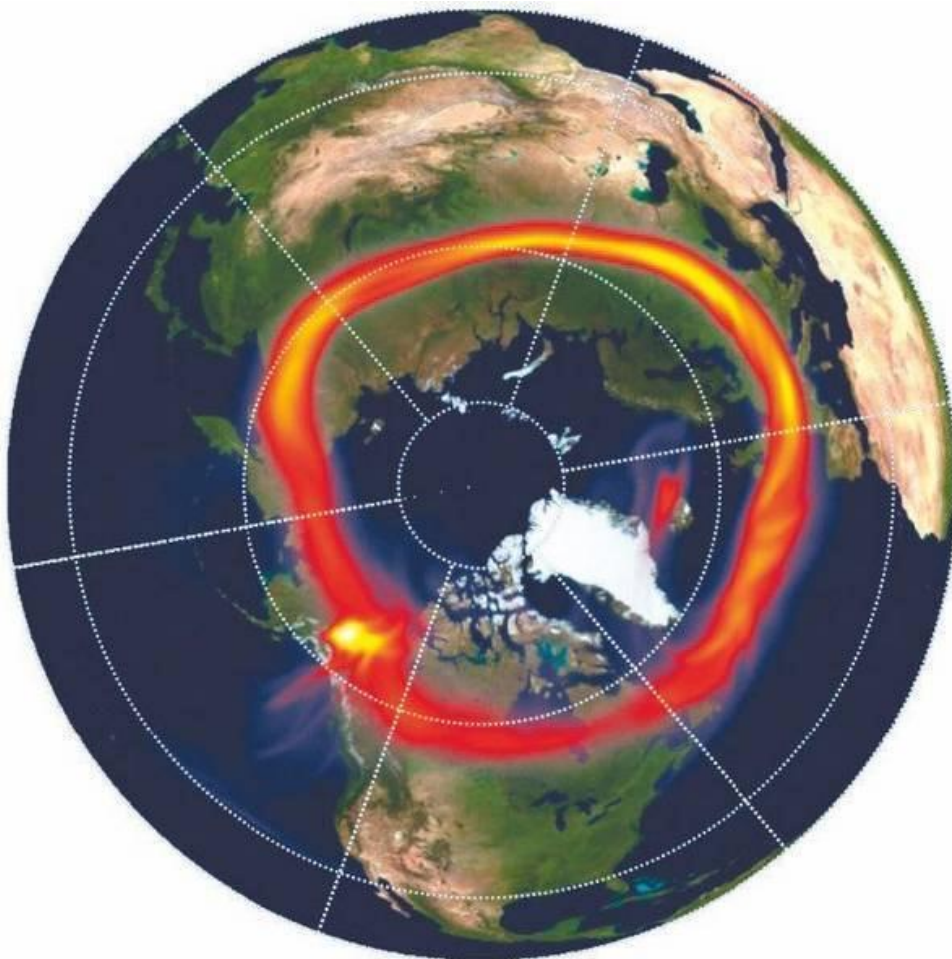
Коллекция метеоритов Смитсоновского музея натуральной истории (Вашингтон). *Слева вверху:* каменный марсианский метеорит со следами плавления в атмосфере. *Слева внизу:* палласит, железокаменный метеорит. *Справа вверху:* металлический метеорит, покрытый характерными вмятинами из-за частичного расплавления. *Справа внизу:* видманштеттеновы фигуры на срезе металлического метеорита. *Слева внизу:* палласит – красивый железокаменный метеорит. Фото автора



Взрыв болида над Челябинском 15 февраля 2013 года Кадры из видео Сергея Жабина (Челябинск)



Вверху: облако пара и пыли, оставленное взрывом Челябинского суперболида. Фото Эльзы Кобелевой (село Петропавловка Кусинского района Челябинской области), сделанное через 4 минуты после взрыва.
Внизу: американский спутник «Суоми» обнаружил пылевое облако, оставленное болидом в стратосфере. Компьютерная анимация студии научной визуализации NASA (GSFC)



Пылевое кольцо вокруг Земли, сформировавшееся через неделю после взрыва Челябинского болида
Фото из статьи Горькавого и др. («Письма в геофизический журнал», 2013)



ЦИТЦЕР Ю.Г.



Н.И. ЧУХВАНЦЕВА



Макаров В.В.

Школьные учителя: учитель химии Ю. Г. Цитцер, учитель физики В. В. Макаров, учитель русского языка и литературы Н. И. Чухванцева. Фото из школьного альбома автора



Профессор Г. В. Клещёв, преподаватель физики в Челябинском государственном университете с 1981 года. *Слева:* фото с почтовой открытки, выпущенной ЧГПУ, где Г. В. Клещёв преподавал до 1981 года. *Справа:* фото из книги «Физик по призванию. Георгий Васильевич. Клещёв», ЧГПУ, 2006