



Вау, как устроен МИР:

Большая книга
открытий для любознательных
детей

и
Антон Лудин

Антон Дудин

Вау, как устроен мир:

Большая книга открытий

для любознательных детей

<https://litres.ru/74607967>

SelfPub; 2026

Аннотация

Почему тонкая полоска воды высохла быстрее лужицы? Солнце нагрело подоконник — или дело в том, что воды было меньше? Чтобы найти ответ, мало выбрать версию, которая звучит убедительнее: нужно наблюдать, сравнивать и проверять догадки.

«Вау, как устроен мир» показывает, как любопытство превращается в настоящее исследование. Вместе с книгой читатель отправится от Земли к далёким галактикам, заглянет внутрь атомов и клеток, узнает, как движутся континенты, меняется погода, работает тело и устроены экосистемы. А ещё разберётся, как люди создают технологии, зачем нужны математика и алгоритмы и почему за решения важно отвечать.

Книга для любознательных детей, которые хотят не просто запоминать факты, а понимать связи между явлениями, задавать точные вопросы и отличать проверенное знание от догадки. Она

поможет увидеть: большие открытия начинаются с внимательного взгляда на обычный мир — и смелости спросить: «А как это устроено?»

Книга создана с помощью ИИ.

Содержание

Мир начинается с вопроса: как наблюдать, сравнивать и проверять догадки	6
Космос: от Большого взрыва до нашего дома — Земли	16
Из чего состоит всё вокруг: атомы, вещества и их превращения	26
Почему всё движется: силы, энергия, свет и электричество	37
Конец ознакомительного фрагмента.	39

Антон Дудин

Вау, как устроен мир:

**Большая книга открытий
для любознательных детей**

**Вау, как устроен мир: Большая книга открытий для
любознательных детей**

Антон Дудин

Мир начинается с вопроса: как наблюдать, сравнивать и проверять догадки

Утром после полива на подоконнике остался мокрый след — тонкая блестящая полоска рядом с горшком. А в углу, где солнце почти не бывало, лежала маленькая лужица. После обеда полоска исчезла. Лужица всё ещё поблёскивала.

— Солнце нагрело подоконник, — сказала Лера. — Вот вода и высохла.

— Не обязательно, — возразил Тимур. — Полоска тонкая. В ней просто было меньше воды.

Обе версии звучали разумно. Но какая из них была верной?

Лера и Тимур могли поспорить ещё минут десять. Вместо этого они решили стать детективами. У хороших детективов есть важное правило: сначала они выясняют, что именно произошло, и только потом объясняют почему.

След и догадка — не одно и то же

— Что мы точно знаем? — спросил Тимур.

— Полоска исчезла быстрее лужицы, — ответила Лера.

— А что мы предполагаем?

— Что виновато солнце.

— Или что полоска была тоньше, — добавил Тимур. —

Или подоконник впитал воду.

Вот тут расследование и началось.

«Полоска исчезла, а лужица осталась» — это **наблюдение**: то, что ребята увидели. «Солнце нагрело воду» — **предположение**, то есть возможное объяснение наблюдения. Его ещё надо проверить.

Различать одно и другое полезно не только учёным. Например, фраза «на улице холодно» может быть наблюдением, если ты посмотрел на термометр и увидел пять градусов. А «сегодня никто не захочет гулять» — уже догадка: люди могут любить прохладную погоду. Наблюдение сообщает, что мы заметили; догадка пытается объяснить, почему так случилось.

Но есть ещё одна хитрость. На подоконнике вода могла не только испариться — она могла впитаться в дерево или растечься по поверхности так тонко, что перестала блестеть. Значит, прежде чем проверять догадку, полезно задать точный вопрос.

Не просто: «Почему вода исчезает?» А, например: **«Высохнет ли одинаковое количество воды быстрее в солнечном месте, чем в тенистом?»**

На такой вопрос уже можно придумать проверку.

Карточка расследования

Лера достала блокнот и начертила карточку. Такая карточка помогает не потерять нить, даже если идеи начинают скакать быстрее капель.

Что заметил? Тонкий мокрый след на подоконнике исчез быстрее, чем лужица в тени.

Что предполагаю? Возможно, в солнечном месте вода высыхает быстрее.

Как проверю? Сравню одинаковое количество воды на одинаковых поверхностях: одну поставлю в солнечное место, другую — в тень.

Что получилось? Запишу, что произошло, а не то, что надеялся увидеть.

Что ещё могло повлиять? Температура, движение воздуха, влажность, поверхность и форма капли.

Обрати внимание: в карточке есть место не только для ответа, но и для сомнений. Это не недостаток расследования. Наоборот, хороший исследователь не прячет вопросы, которые пока остались без ответа.

Честное сравнение

Чтобы сравнить два условия, нужно постараться сделать их одинаковыми во всём, кроме одного важного различия. Иначе непонятно, что именно повлияло на результат.

Представь: одну каплю налили на большую холодную тарелку, а другую — на маленькую тёплую. Если первая высохла позднее, виноват ли размер тарелки? Температура? Или то, что воды в первой капле было больше? Такой опыт похож на игру, где одновременно поменяли правила, мяч и площадку. Результат будет, а ясного ответа — нет.

Лера и Тимур взяли две одинаковые глазурованные блю-

ца и отмерили на каждое по чайной ложке воды. Они поставили их на устойчивый стол: одно в солнечное место, другое — в тень. Не на высокий подоконник, куда пришлось бы забираться, и не рядом с розетками или техникой. Воду вытирали сразу, если она случайно проливалась.

Блюдца были одинаковыми, воды в них — поровну, начали ребята одновременно. Значит, они постарались сравнить **места**, а не разные поверхности или разное количество воды. На полях Лера записала время и каждые пять минут проверяла, видна ли вода.

— Подсолнечное блюдце уже почти сухое, — сказала она через некоторое время.

— А тенистое ещё мокрое, — отметил Тимур. — Но давай запишем именно это, не будем сразу писать «солнце всё доказало».

Это было мудрое замечание. В солнечном месте блюдце могло не только освещаться, но и сильнее нагреваться. Там могло быть больше движения воздуха. Проверка сравнивала два места целиком — со всеми их особенностями. Она ещё не показывала, какая именно особенность важнее.

В этом и заключается разница между вопросами: «Где вода высыхает быстрее?» и «Что именно ускоряет высыхание?» Первый проще. Второй потребует новых проверок.

Что происходит с водой, когда она «исчезает»?

Вода не пропадает бесследно, словно её проглотила невидимая крошечная мышь. Её частицы всё время движутся.

Некоторые частицы у поверхности воды получают достаточно энергии, чтобы покинуть жидкость и оказаться в воздухе. Вода превращается в водяной пар — невидимый газ. Этот процесс называется **испарением**.

Чем теплее вода и поверхность, тем быстрее могут двигаться её частицы и тем легче некоторым из них покинуть жидкость. Движущийся воздух уносит частицы пара от поверхности, и испарение может идти быстрее. В сухом воздухе воде тоже обычно проще испаряться, чем в очень влажном. А у тонкого следа большая поверхность открыта воздуху по сравнению с количеством воды. Поэтому тонкая плёнка нередко высыхает быстрее, чем глубокая лужица.

Слово «нередко» здесь важно. На скорость могут влиять сразу несколько условий. А на пористой поверхности, например на необработанном дереве или ткани, вода может частично впитаться. Тогда видимый след исчезнет, но это не обязательно означает, что вся вода испарилась.

Вот почему учёные стараются уточнять, что именно они считают «высохло». Лера и Тимур договорились: блюдце считается сухим, когда на нём больше не видно мокрой блестящей поверхности. Это не самый точный прибор в мире, зато понятное и одинаковое для обоих правило.

Один опыт — не целая вселенная

В первый раз солнечное блюдце высохло раньше. Но один опыт мог быть случайностью: в одно место подул сквозняк, кто-то передвинул занавеску, а вода на одном блюдце легла

чуть тоньше.

Поэтому ребята повторили сравнение ещё два раза. В следующий раз они поменяли блюда местами, чтобы не вышло, будто дело было в особом блюде, а не в месте. Они записывали результаты, а не полагались на память.

Допустим, в их записях оказалось так:

- в первом испытании солнечное блюдо высохло раньше;
- во втором — тоже раньше;
- в третьем, когда солнце спряталось за облаками, оба блюда высыхали почти одинаково долго.

Это не «плохой результат». Он делает исследование интереснее. Ребята могли бы сказать: «В этих условиях вода в солнечном месте высохла раньше в двух испытаниях из трёх. Когда солнечного света стало меньше, различие почти исчезло». Это аккуратный вывод — он говорит ровно столько, сколько позволяют наблюдения.

А вот фраза «Солнце всегда сушит любую воду быстрее» была бы слишком смелой. Для такого вывода нужны другие дни, разные поверхности и больше наблюдений. Даже несколько удачных повторов не превращают маленький опыт в закон для всех мест и времён.

Повторять опыт полезно потому, что результаты могут немного меняться. Одно измерение похоже на один взгляд в окно: можно не заметить облако, которое уже закрыло солнце. Несколько наблюдений дают более надёжную картину. А записи помогают проверить, действительно ли мы видели то,

что помним. Память любит приукрашивать: особенно если нам очень хочется оказаться правыми.

Когда догадка не подтвердилась

Теперь представь, что солнечное блюдце высохло бы последним. Значило бы это, что Лера глупо предположила про солнце? Конечно, нет.

Она придумала объяснение, которое казалось возможным, и проверила его. Это и есть разумный путь. Если результат не совпал с ожиданием, нужно не ругать себя, а посмотреть, что можно узнать. Может быть, солнечное место оказалось прохладным. Может быть, в тени гулял сквозняк. А может быть, различие было настолько маленьким, что выбранный способ проверки его не уловил.

Гипотеза — не клятва в вечной правоте. Это рабочая версия, которую можно проверить. Она похожа на маршрут, нарисованный на карте: если дорога неожиданно заканчивается у канавы, карту уточняют и выбирают другой путь.

Чтобы выяснить, какую роль играет движение воздуха, Лера и Тимур придумали отдельную проверку. Они налили одинаковые капли на два одинаковых блюдца в одном и том же месте. Одно блюдце оставили в покое, а около второго несколько раз осторожно помахали картонкой, создавая движение воздуха. Потом поменяли блюдца местами и повторили опыт.

Такой опыт проверяет уже не «солнечное место против тенистого», а влияние движения воздуха — насколько это

возможно в домашних условиях. И всё равно ребята записали бы оговорку: махая картонкой, можно чуть изменить не только поток воздуха, но и охлаждение поверхности. Чем точнее вопрос, тем легче заметить, где проверка сильна, а где у неё есть ограничения.

Попробуй сам — безопасно и внимательно

Провести своё маленькое расследование можно дома или во дворе. Попроси взрослого помочь выбрать устойчивое место. Возьми две одинаковые небольшие тарелки или блюдца, положи на каждое по чайной ложке воды. Одно поставь в солнечное место на столе, второе — в тень. Не забирайся на подоконник, не ставь воду рядом с электрическими приборами и не оставляй лужи на скользком полу.

Запиши:

1. Где стояло каждое блюдце?
2. Сколько воды ты налил?
3. Когда начал проверку?
4. Когда перестал замечать воду?
5. Был ли ветер, сквозняк или облака?
6. Получился ли такой же результат при повторе?

Если солнца нет, можно придумать другой вопрос. Например: **«Высохнет ли вода быстрее, если рядом двигать воздух картонкой?»** Тогда поставь блюдца рядом и меняй только это условие. Или сравни, как вода высыхает на гладкой тарелке и на бумажной салфетке, но не забывай: салфетка впитывает воду, поэтому этот опыт будет не только об ис-

парении.

И ещё один полезный приём: прежде чем проводить проверку, запиши предсказание. Например: «Если движение воздуха ускоряет испарение, то блюдце, около которого я машу картонкой, должно высохнуть раньше». Предсказание помогает понять, что именно ты проверяешь. Но не подгоняй результат под него. Если вышло иначе, честно запиши именно это.

В научном расследовании важны не только яркие открытия. Иногда самым ценным оказывается простая запись: «В этот раз разницы не заметил». Она подсказывает, что нужно проверить дальше или что условия надо измерить точнее.

Лера и Тимур в конце концов не объявили победителя. Их наблюдение сначала было слишком запутанным: полоска отличалась от лужицы и размером, и толщиной, и местом. Затем ребята сравнили одинаковое количество воды на одинаковых блюдах. Они выяснили, что в нескольких их испытаниях солнечное место помогало воде высохнуть быстрее, но не доказали, что во всех ситуациях виновато только солнце. Для этого понадобились бы новые опыты.

Именно так вопрос превращается в знание: мы замечаем, уточняем, предполагаем, проверяем, записываем и, если нужно, меняем своё объяснение. Наблюдение не всегда сразу открывает ответ. Зато оно помогает задавать следующие, более точные вопросы.

Мир начинается не с того, что мы всё знаем, а с того, что

мы внимательно смотрим и честно спрашиваем: «Что я заметил — и как могу это проверить?» А однажды таким вопросом можно начать расследование куда большее, чем история двух капель. Например, посмотреть на ночное небо и спросить, как люди узнали, что там происходит.

Космос: от Большого взрыва до нашего дома — Земли

Вечером после дождя небо над дачей стало таким чистым, будто кто-то протёр его огромным тёмным стеклом. На крыльце устроилась целая экспедиция: мама с кружкой чая, папа с биноклем и Лёва, который принёс блокнот — вдруг понадобится записывать открытия.

— Вон та яркая точка — звезда? — спросил он.

— Может быть, — ответил папа. — А может, планета. Давай проверим по карте неба.

Лёва поднял голову. Над крышей мерцали десятки огоньков. И вдруг знакомый вопрос стал гораздо больше самого неба:

— А где мы вообще находимся? Ну... наш дом. Если Земля в космосе, то где Земля? И что было до Земли? До Солнца? До всего?

Вопрос оказался похож на верёвочную лестницу: ступенька за ступенькой — от крыльца к Земле, от Земли к звёздам, а там и дальше, туда, где слова начинают осторожно замедляться.

Первая ступенька: ты и Земля

Начнём с самого близкого космического адреса — с тебя. Ты сидишь, стоишь или лежишь на поверхности планеты.

Планета — это большое небесное тело, которое движется вокруг звезды. Земля — одна из восьми планет, обращающихся вокруг Солнца. Она почти шарообразная, хотя из-за вращения чуть приплюснута у полюсов. Её диаметр — около 12 700 километров: если бы можно было проложить туннель прямо сквозь Землю, он вышел бы на противоположной стороне примерно через такое расстояние.

Но наша планета — не просто каменный шар. У неё есть воздух, жидкая вода на поверхности и подходящая температура, чтобы существовало множество разных форм жизни. Земля движется в космосе, хотя мы этого почти не чувствуем: вместе с ней мы вращаемся вокруг её оси и летим по орбите вокруг Солнца.

Земле примерно 4,54 миллиарда лет. Это очень трудно представить. Если бы всю её историю сжать до одного календарного года, люди появились бы под самый конец 31 декабря. А записанная человеческая история заняла бы лишь крошечную долю последней минуты.

— Значит, Земля и есть наш космический дом? — спросил Лёва.

— Да, — сказала мама. — Но у дома есть адрес покрупнее.

Вопрос на этой ступеньке: что помогает Земле оставаться нашим домом? Попробуй назвать хотя бы три вещи. Например: вода, воздух, тепло Солнца. А потом подумай: что изменилось бы, если бы Земля была намного ближе к

Солнцу — или намного дальше?

Вторая ступенька: Солнечная система

Солнце — не просто яркий шар над горизонтом. Это звезда: раскалённый огромный шар вещества, который сам производит свет и тепло. Внутри Солнца лёгкие атомные ядра соединяются в более тяжёлые, и при этом выделяется энергия. Она добирается до нас в виде света и тепла.

Планеты, в отличие от звёзд, не светят собственным видимым светом так, как Солнце. Мы обычно видим их потому, что они отражают солнечный свет. Поэтому некоторые планеты на ночном небе выглядят яркими и почти не мерцают. Но не всякая яркая точка — планета: иногда это звезда, а иногда самолёт или спутник. Наука начинается не с уверенного «я знаю», а с любопытного «как это проверить?».

Кроме восьми планет, в Солнечной системе есть карликовые планеты, луны, астероиды, кометы, пыль и множество ледяных тел. Всё это удерживается притяжением Солнца и движется вокруг него. Земля находится примерно в 150 миллионах километров от Солнца. Расстояние огромное, но свет преодолевает его примерно за восемь минут двадцать секунд.

Это значит, что если бы Солнце вдруг погасло, мы узнали бы об этом не сразу: ещё около восьми минут на Землю продолжал бы идти свет, который уже отправился в путь. Луна гораздо ближе. Её свет добирается до нас примерно за 1,3 секунды.

— То есть мы видим Солнце таким, каким оно было восемь минут назад? — уточнил Лёва.

— Именно, — улыбнулся папа. — Мы всегда видим космос не мгновенным, а с задержкой. Просто рядом она почти незаметна.

Солнечную систему можно представить как большой район космического адреса. В его центре — Солнце, а вокруг по своим орбитам движутся планеты. Но даже если нарисовать эту систему на листе бумаги, масштабы придётся сильно исказить: чтобы показать на одной картинке Солнце и далёкие планеты, художнику пришлось бы выбирать между слишком маленькими планетами и слишком короткими расстояниями.

Вопрос на этой ступеньке: какие объекты в Солнечной системе светятся сами, а какие в основном отражают свет? Если ночью увидишь особенно яркую точку, не спеши решать. Запиши время и место наблюдения, а потом сверься с картой звёздного неба.

Третья ступенька: Млечный Путь

Солнечная система — не отдельный остров. Она находится внутри огромной галактики Млечный Путь.

Галактика — это гигантская система из звёзд, газа, пыли и других космических веществ, связанных притяжением. В Млечном Пути, по оценкам учёных, находятся сотни миллиардов звёзд. Среди них — наше Солнце, ничем не особенно выделяющееся по размеру. Просто для нас оно самое важ-

ное: его свет согревает Землю.

С Земли мы видим Млечный Путь как бледную светлую полосу, пересекающую очень тёмное небо. Это свет множества далёких звёзд, который сливается для наших глаз в одно свечение. Галактика имеет форму огромного спирального диска. Солнечная система расположена не в центре, а в одном из спиральных рукавов — примерно в 26 тысячах световых лет от центра галактики.

Световой год — не время, а расстояние: столько света проходит за один год. А свет движется невероятно быстро — около 300 тысяч километров в секунду. За секунду он мог бы больше семи раз обогнуть Землю по экватору. И всё же от ближайшей к Солнцу звезды, кроме самого Солнца, свет идёт к нам больше четырёх лет.

Когда мы смотрим на такую звезду, мы видим её прошлое. Возможно, её свет отправился к нам ещё до того, как ты пошёл в школу. Он летел сквозь космос — и наконец попал в телескоп или в твой глаз.

А за пределами Млечного Пути есть другие галактики. Например, свет от галактики Андромеды идёт до нас примерно 2,5 миллиона лет. Это означает, что мы видим Андромеду не такой, какой она является прямо сейчас, а такой, какой была миллионы лет назад.

Телескоп — это не просто «труба, которая приближает». Он собирает свет. Чем дальше объект, тем слабее и старше может быть его свет, поэтому большие телескопы помогают

учёным изучать далёкие галактики и узнавать, как они выглядели в ранние эпохи.

Вопрос на этой ступеньке: если свет от Андромеды летел к нам 2,5 миллиона лет, что это говорит о том, как мы её видим? Попробуй ответить без слов «близко» и «далеко»: назови, из какого времени пришла к нам её картинка.

Четвёртая ступенька: наблюдаемая Вселенная

Галактики собираются в группы и скопления. А всё, что существует, — пространство, время, вещество и энергия, галактики и всё остальное, — учёные называют Вселенной.

Но есть важная оговорка: мы можем наблюдать не обязательно всю Вселенную. Мы видим ту её часть, откуда свет успел добраться до нас с тех пор, как Вселенная стала прозрачной для света. Эту область называют наблюдаемой Вселенной. Она не похожа на стену или край космоса. Просто за её пределами мы пока не можем получить световые сообщения.

Вселенная очень стара: ей примерно 13,8 миллиарда лет. Наблюдаемая часть при этом гораздо шире, чем можно было бы подумать по возрасту. Сейчас расстояние до самых далёких областей, чей древний свет мы можем наблюдать, оценивают примерно в 46 миллиардов световых лет в каждом направлении. Это возможно потому, что пока свет путешествовал, само пространство расширялось и расстояния между очень далёкими областями увеличивались.

Представить расширение непросто. Можно нарисовать на

листе точки и постепенно растянуть сетку, на которой они стоят: расстояния между точками увеличатся. Но эта картинка лишь подсказка, а не точная копия Вселенной. Важно другое: Большой взрыв не был обычным взрывом в пустом пространстве, после которого обломки разлетелись от одной точки. В научной модели расширялось само пространство. Поэтому у Вселенной не ищут центр, похожий на место, где рванула петарда.

Откуда учёные это знают? Не потому, что кто-то увидел начало Вселенной собственными глазами. Они проверяют объяснения по наблюдениям — так же, как проверяют догадку о яркой точке на небе.

Первое важное наблюдение: в среднем далёкие галактики удаляются друг от друга, а свет от них растянут. Это похоже на то, как звук сирены меняется, когда источник движется, но здесь речь идёт о свете: его волны растягиваются вместе с расширением пространства. Второе: в космосе со всех сторон приходит слабое микроволновое излучение — древний свет ранней Вселенной. Мы получаем его из времени, когда Вселенной было около 380 тысяч лет. До этого вещество было таким горячим и плотным, что свет не мог свободно путешествовать: он то и дело сталкивался с частицами. Когда Вселенная остыла достаточно, свет смог отправиться в путь. Он путешествует до сих пор.

Есть и другие свидетельства, например, количество лёгких химических элементов, которое согласуется с расчёта-

ми для горячей ранней Вселенной. Каждое наблюдение — не волшебное доказательство «всего на свете», а проверка, которая помогает уточнять общую картину.

Лестница — теперь назад во времени

Если мысленно подниматься по лестнице, мы удаляемся от дома всё дальше. Теперь попробуем пройти её в обратную сторону — не в пространстве, а во времени.

Много миллиардов лет назад Вселенная была намного горячее и плотнее, чем теперь. Она расширялась и остывала. Постепенно возникали простые частицы, затем атомные ядра, а потом и целые атомы. Позже появились первые звёзды и галактики. В звёздах рождались многие элементы, из которых состоят планеты и живые существа. Наше Солнце и Земля образовались гораздо позже ранней Вселенной — около 4,6 и 4,54 миллиарда лет назад соответственно.

Эту историю расширения из горячего и плотного раннего состояния называют моделью Большого взрыва. Название звучит так, будто можно представить громкий хлопок и огненный шар, разлетающийся по пустой комнате. Но так представлять не нужно: космос не был комнатой, в которую что-то взорвалось. Мы говорим о расширении самой Вселенной.

А что было до Большого взрыва?

Честный ответ учёных: мы пока не знаем. Наши проверенные теории позволяют описывать очень ранние этапы, но когда мы мысленно подходим к самым первым мгнове-

ниям, привычные законы перестают давать надёжную картину. Некоторые идеи предполагают, что у Вселенной могли быть предыдущие этапы. Другие задаются вопросом, имеет ли слово «до» обычный смысл, если само время связано с историей Вселенной. Но пока это не окончательные ответы. Иногда лучшая научная фраза — не «всё понятно», а «вот что мы знаем, а вот где начинаются неизвестные».

Вернуться домой и записать адрес

Крыльцо куда не исчезло. По-прежнему стояла кружка чая, рядом посапывал папа, а над крышей мерцали звёзды. Только теперь Лёва понимал: смотреть на них — значит получать древние световые письма.

И ещё он понял кое-что неожиданное. Космическая история не только вокруг нас. Она продолжается внутри нашего тела. Водород, из которого состоит вода, в основном появился в ранней Вселенной. Углерод, кислород и многие другие элементы формировались позднее, в недрах звёзд и во время бурных космических событий. Частицы, из которых состоят наши тела, прошли долгую историю прежде, чем оказались частью Земли, дерева, кошки или человека.

Попробуй составить свой космический адрес. Запиши его по ступенькам:

Я → мой город → Земля → Солнечная система → рукав Ориона → галактика Млечный Путь → Местная группа галактик → наблюдаемая Вселенная.

Можно добавить свою страну или материк, если хочется

сделать адрес подробнее. А можно нарисовать его как карту, где каждая следующая рамка становится больше предыдущей. Помни только: наблюдаемая Вселенная — это область, которую мы можем изучать по дошедшему до нас свету, а не обязательно вся Вселенная целиком.

Для маленького домашнего исследования выбери ясный вечер и посмотри на небо несколько минут, не заглядывая в яркий экран. Заметь Луну, если она видна, и самые яркие точки. На следующую ночь посмотри снова: звёзды сохраняют привычные рисунки, а Луна и планеты будут понемногу менять положение. Можно записывать дату и время, а потом сравнить наблюдения с картой неба. Если используешь бинокль, никогда не направляй его на Солнце.

Вот наш адрес: мы живём на Земле, одной из планет у обычной звезды, в одной из галактик среди множества других. Но это не делает наш дом менее удивительным. Напротив: теперь, глядя на ночное небо, мы можем видеть не просто россыпь огоньков, а огромную историю, свет которой путешествовал к нам миллионы и миллиарды лет. И часть этой истории — мы сами.

Из чего состоит всё вокруг: атомы, вещества и их превращения

Вчера после дождя у качелей блестела широкая лужа. Мира обвела её палочкой и сказала:

— Завтра проверим, насколько она уменьшится.

Но утром лужи не было. Только тёмный след на песке — и тот быстро высыхал.

— Вода пропала! — удивился Лёша.

— Или растворилась в земле? — предположила Мира.

Обе догадки звучали правдоподобно. Но догадка — ещё не ответ. Сначала надо посмотреть, что именно мы заметили. Лужа лежала на асфальте, рядом не было ни стока, ни трещины, куда могла бы утечь вся вода. Значит, часть воды могла впитаться в землю по краям, но куда делась остальная?

На стекле машины, припаркованной неподалёку, блестели капельки. А когда из тёплого дома выходят на холодную улицу, иногда будто «запотевают» очки. Может быть, вода умеет превращаться — и при этом не исчезать?

Невидимые путешественники

Самый простой ответ звучит почти волшебно: лужа испарилась. Но волшебства тут нет. Вода превратилась в невидимый водяной пар и перемешалась с воздухом.

Испарение происходит не только в жару. Оно идёт с по-

верхности воды даже в прохладный день, просто обычно медленнее. Вода состоит из мельчайших частиц, и они всё время движутся. Некоторые частицы у поверхности движутся достаточно быстро, чтобы вырваться из воды и оказаться в воздухе. Вода в луже становится газом — водяным паром.

В воздухе этот пар не превращается в пустоту. Он смешивается с другими невидимыми газами. А потом, если влажный воздух охлаждается, часть водяного пара снова становится жидкой водой: на траве появляются капли росы, на холодном стекле — мелкие бусинки, а высоко в небе образуются облака из крошечных капель или ледяных кристалликов.

Так вода путешествует по Земле: испаряется, поднимается с воздухом, охлаждается и возвращается на землю дождём или снегом. Конкретная капля может отправиться в долгое путешествие, прежде чем снова окажется в луже. Правда, мы не можем проследить за ней взглядом: вода уже перемешалась с воздухом, реками и океанами.

Чтобы понять, почему вода способна на такие превращения, заглянем в мир, которого не увидеть даже в самый сильный бинокль.

Из чего сделаны вещества

Возьми металлическую ложку, крупинку сахара или стакан воды. Они выглядят совершенно по-разному. Но все эти материалы состоят из мельчайших частиц.

Вещество — это то, из чего сделаны предметы. У веществ есть свойства: цвет, твёрдость, запах, способность раство-

ряться, проводить тепло или электрический ток. Атомы — крошечные частицы, из которых построены химические элементы и множество веществ. Например, железо состоит из атомов железа, а каждый атом кислорода принадлежит к элементу кислороду.

Атомы невозможно разглядеть обычным микроскопом. Их размер — примерно одна десятиллиардная доля метра. Для сравнения: если увеличить атом до размера стадиона, его ядро окажется крошечной точкой, а области, где могут находиться электроны, займут гораздо больше места. Это не значит, что атом похож на миниатюрную солнечную систему. Такое сравнение помогает только представить разницу в размерах: электроны не кружат вокруг ядра как планеты вокруг Солнца.

Атом тоже не твёрдый шарик, хотя на рисунках атомы часто показывают разноцветными шариками — так удобнее изображать частицы и их связи. В центре атома находится ядро, а вокруг него — область, в которой можно обнаружить электроны. В ядре есть протоны и, у большинства атомов, нейтроны. Число протонов отличает один химический элемент от другого: атомы с одним протоном — водород, с шестью — углерод, с двадцатью шестью — железо.

Атомы способны соединяться. Группа связанных атомов называется молекулой. Молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Это записывают коротко: H_2O . В молекуле кислорода — два атома кислорода,

поэтому её формула O_2 . В сахаре тоже есть молекулы, и они гораздо крупнее молекулы воды.

Но важное уточнение: не все вещества состоят из отдельных молекул. В поваренной соли частицы образуют большой упорядоченный кристалл. В нём есть заряженные частицы — ионы натрия и хлора, расположенные по определённом порядку. А в металлах атомы образуют решётку, в которой некоторые электроны могут перемещаться. Поэтому металлы хорошо проводят электрический ток — к этой интересной особенности мы ещё вернёмся.

Воздух тоже не «ничто». Он занимает место и имеет массу, хотя мы обычно его не видим. Воздух — смесь разных газов: в нём много молекул азота и кислорода, есть аргон, углекислый газ и водяной пар. Значит, вокруг нас не только отдельные чистые вещества, но и смеси веществ.

Один и тот же материал — разные состояния

Вода может быть льдом, жидкостью или газом. Это три состояния вещества, с которыми мы часто встречаемся.

В твёрдом льду частицы расположены близко друг к другу и в основном колеблются около своих мест. В жидкой воде они тоже находятся близко, но могут перемещаться и скользить мимо соседей. В газе частицы разлетаются дальше друг от друга и свободно движутся во все стороны.

Представь не сами частицы-шарики, а танцоров на площадке. В «твёрдом состоянии» каждый танцор почти стоит на своём месте, но слегка покачивается. В «жидком» люди

стоят близко и могут меняться местами. В «газообразном» танцоры разошлись по огромному залу и бегают в разные стороны. Это только модель: настоящие частицы не танцуют и не похожи на крошечных людей. Но она помогает заметить главное — при смене состояния меняется движение частиц и расстояние между ними.

Когда лёд получает тепло, частицы начинают двигаться энергичнее, и лёд тает. Вода при этом не превращается в новое вещество: молекулы H_2O остаются молекулами H_2O . Когда жидкая вода испаряется, происходит то же самое — меняется состояние, а не состав молекул. Если водяной пар охлаждается, молекулы движутся медленнее и собираются в жидкие капельки. Это называется конденсацией.

Водяной пар невидим. Белое облачко, которое иногда видно над горячим напитком или у чайника, — это не сам невидимый газ, а множество крошечных капель жидкой воды. А кипение — особый вид перехода в газ: пузырьки водяного пара возникают во всём объёме воды. Испарение же происходит с поверхности и может идти при разных температурах.

Лаборатория маленькой капли

Проверим, как вода испаряется и снова превращается в капли. Для этого не нужны ни плита, ни кипятилок.

Сначала наблюдаем испарение.

1. Поставь две одинаковые неглубокие тарелки или блюда.

2. В каждое налей по одной-две столовые ложки воды. Отметь уровень — например, попроси взрослого наклеить снаружи небольшую полоску бумаги.

3. Одно блюдо оставь открытым, а второе прикрой прозрачной миской.

4. Поставь их в безопасное место, подальше от края стола и домашних животных. Загляни туда через несколько часов или на следующий день.

В открытом блюде воды, скорее всего, станет меньше. Она не исчезла бесследно: часть её испарилась и смешалась с воздухом. Под прозрачной миской вода тоже может испаряться, но пар остаётся рядом и может оседать на прохладной поверхности. Поэтому уровень там обычно меняется иначе.

Теперь попробуем увидеть конденсацию. Здесь понадобится взрослый.

1. Попроси взрослого налить в чистый прозрачный стакан немного тёплой воды из-под крана — не горячей.

2. Накрой стакан пищевой плёнкой. Поставь на плёнку кубик льда.

3. Подожди несколько минут и внимательно посмотри на нижнюю сторону плёнки.

Постепенно на ней могут появиться мелкие капельки. Вода со дна стакана испаряется, водяной пар поднимается внутри стакана и охлаждается возле холодной плёнки. Часть пара превращается обратно в жидкость. Вот и весь секрет «про-

павшей» воды: некоторые её частицы совершили небольшой круговой маршрут.

С тёплой водой работает только взрослый. Не ставь стакан на плиту, не используй кипяток и не нагревай закрытые ёмкости. Если взрослого рядом нет, проведи безопасный вариант: поставь холодный стакан с ледяной водой на стол и наблюдай, как снаружи на нём появляются капли. В этом случае вода приходит не из стакана — она конденсируется из воздуха комнаты.

Такой опыт не позволяет узнать историю каждой отдельной молекулы. Зато он показывает важное правило: при обычном испарении и конденсации вода не пропадает, а переходит из одного состояния в другое.

Паспорт вещества

Учёные не ограничиваются вопросом «На что это похоже?». Они собирают наблюдения и описывают вещество по нескольким признакам. Ты тоже можешь завести для домашних материалов **паспорт вещества**.

Запиши в нём:

- название;
- из каких частиц вещество состоит, если это известно;
- как оно выглядит и какими свойствами обладает;
- в каком состоянии находится при обычной комнатной температуре;
- что с ним происходит при охлаждении или нагревании;
- появляется ли при изменении новое вещество.

Вот несколько примеров.

Вода. Её молекула состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. При комнатной температуре вода обычно жидкая. На холоде она замерзает, а при достаточном нагревании испаряется или кипит. Лёд и водяной пар всё ещё состоят из молекул воды.

Поваренная соль. Это твёрдый кристалл из ионов натрия и хлора, а не скопление отдельных молекул. Соль растворяется в воде: частицы соли распределяются в ней, хотя мы перестаём видеть крупинки. Если воду отделить от соли, например дать ей испариться, соль может снова остаться кристаллами. Растворение часто относят к физическим изменениям: новых веществ в обычном смысле не образуется.

Железо. Это металл, состоящий из атомов железа. Ложка или гвоздь — твёрдые при комнатной температуре. При сильном нагревании металл может расплавиться, но для такого опыта нужны специальные условия и взрослые. Если железный предмет долго соприкасается с водой и кислородом воздуха, он может заржаветь.

Сахар. Это твёрдое вещество из молекул. В воде сахар растворяется и становится почти невидимым, но его молекулы не превращаются от этого в воду. А при сильном нагревании сахар меняется: темнеет, приобретает новый запах и вкус. Тут уже могут образовываться другие вещества.

Воздух. Это смесь газов. Он прозрачен и не имеет собственной формы: принимает форму комнаты, шара или ши-

ны. Но воздух занимает место — это легко заметить, когда надуваешь шарик. Нагретый воздух обычно расширяется, а охлаждённый — сжимается.

Заполняя паспорт, пользуйся глазами, линейкой, весами или термометром — но не пробуй неизвестные вещества на вкус и не нюхай их прямо из ёмкости. Наблюдение должно быть не только любопытным, но и безопасным.

Просто изменилось — или родилось новое?

Когда лёд растаял, получилось жидкое вещество — вода. Когда вода испарилась, получился водяной пар. Материал тот же, хотя его состояние изменилось. Такие перемены называют физическими.

Физические изменения происходят, когда меняются форма, размер, состояние или расположение частиц, но не возникает новое вещество. Можно разломить мел на кусочки: они станут меньше, но останутся мелом. Можно растворить сахар в воде: сахар разделится на молекулы и распределится в жидкости. А вот сгорание бумаги — совсем другое дело. Бумага превращается в золу и газы, среди которых есть углекислый газ и водяной пар. Возникли вещества с другими свойствами.

Такое превращение называют химической реакцией. Во время обычной химической реакции атомы не исчезают: они меняют партнёров и образуют новые сочетания. Например, железо вступает в реакцию с кислородом и постепенно покрывается ржавчиной. А при горении воска часть веществ

воска соединяется с кислородом и образует, в частности, углекислый газ и водяной пар.

Иногда подсказкой служат пузырьки газа, изменение цвета или появление тепла. Но одна такая подсказка ещё не доказывает, что произошла химическая реакция. Пузырьки могут появиться, когда вода просто кипит: это водяной пар. А пузырьки при реакции уксуса с пищевой содой — углекислый газ, новое вещество. Надёжнее спросить: изменилось ли только состояние или форма материала — или появились вещества с другими свойствами?

И ещё одно важное правило: необратимость не равна химической реакции. Разбитую чашку трудно склеить, но её осколки всё ещё сделаны из того же материала. А некоторые химические реакции при подходящих условиях можно обратить. Поэтому важно выяснять, что именно произошло, а не только легко ли вернуть всё обратно.

Лужа, лёд и капля на холодном стекле напомнили нам: обычная вода умеет менять состояние, не исчезая. Атомы и молекулы — невидимые строительные частицы веществ, но разные материалы устроены по-разному: где-то частицы образуют молекулы, где-то — кристаллические решётки, а иногда вещества смешиваются друг с другом. При физических изменениях частицы могут двигаться иначе и располагаться по-новому; при химических — атомы соединяются в новые сочетания. Теперь, если увидишь, как тает снежинка или запотеваает окно, ты сможешь не только удивиться, но и

задать хороший вопрос: что осталось прежним, а что изменилось?

Почему всё движется: силы, энергия, свет и электричество

На столе стояла самая странная гоночная трасса в мире. Картонная горка, дорожка из обрезка ткани, финишная линия из синей ленты — и маленькая лампочка, которая должна была вспыхнуть, когда всё заработает.

Лиза поставила тележку на старт и отпустила.

Тележка скатилась с горки, проехала по гладкому кусочку стола... и остановилась за ладонь до финиша.

Лампочка не загорелась.

— Понятно! — решила Лиза. — Машине не хватает силы. Нужно подтолкнуть посильнее.

Она уже занесла руку, но остановилась. Тележка могла не доезжать по разным причинам. Колесо заедало? Дорожка слишком шершавой? Горка слишком низкой? А лампочка, может быть, вообще не связана с тележкой и просто неправильно подключена?

У инженера есть волшебное правило, которое сильнее любого толчка: **сначала выяснить, что именно не работает.**

Тележка под следствием

Лиза взяла линейку, карандаш и блокнот. Для начала она решила не толкать тележку, а каждый раз отпускать её с од-

ной и той же отметки. Тогда старт получится честным: тележка получит примерно одинаковый разгон, и можно будет сравнивать попытки.

Но отчего она вообще движется?

На тележку действуют силы. Сила — это взаимодействие, которое может изменить движение предмета: разогнать его, замедлить, остановить или повернуть. Когда Лиза поднимает тележку на горку, она прикладывает силу руками. Когда отпускает, на неё действует притяжение Земли. На наклонной дорожке часть этого притяжения помогает тележке скатываться вниз.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.