

ПЛАНЕТА^{ИИ} НА ЛАДДОНИ:

КАК УСТРОЕН МИР
ВОКРУГ НАС



Синтия Берроуз

Синтия Берроуз

**Планета на ладони: Как
устроен мир вокруг нас**

«Автор»

2026

Берроуз С.

Планета на ладони: Как устроен мир вокруг нас / С. Берроуз —
«Автор», 2026

Почему после обычного дождя где-то начинается засуха — и как чашка кофе связана с водохранилищем, почвой и климатом? Планета не набор разрозненных явлений: вода, воздух, энергия и живое связывают повседневность с событиями на другом конце мира. Эта книга помогает читать Землю внимательнее: понять, как движутся материки и рождаются горы, чем погода отличается от климата, откуда берётся пресная вода и как складываются почвы и природные зоны. Вы проследите круговороты веществ, увидите, как человек меняет ландшафты и использует ресурсы, и научитесь сверять карты, наблюдения и данные. Для школьников и взрослых, которым важно понимать не только что происходит, но и почему. Мир не станет проще — зато его связи, последствия наших решений и пути к бережному будущему станут заметнее. Книга создана с помощью ИИ. Обложка: GPT Image - Лицензия

© Берроуз С., 2026
© Автор, 2026

Содержание

Земля как единая система: масштабы, связи и взаимное влияние	6
Планета в глубоком времени: происхождение, строение и движение Земли	11
Читать пространство: карты, координаты и ориентация на местности	16
Подвижная твердая Земля: тектоника, горы, вулканы и рельеф	20
Конец ознакомительного фрагмента.	22

Синтия Берроуз

Планета на ладони: Как устроен мир вокруг нас

Планета на ладони: Как устроен мир вокруг нас

Синтия Берроуз

Земля как единая система: масштабы, связи и взаимное влияние

Утро начинается с тихого шороха кофемолки. Вода закипает, за окном мокрый асфальт блестит после ночного дождя, телефон сообщает прогноз: днём облачно, к вечеру ветер. На экране ниже — новость о засухе в другой стране. Пока кофе настаивается, всё это кажется набором отдельных вещей: напиток, погода, далёкое бедствие. Но достаточно задержаться на минуту — и между ними обнаружатся нити.

Вода в чайнике когда-то выпала дождём или снегом, просочилась в почву, прошла через водохранилище, трубы и очистные сооружения. Кофейные зёрна выросли на растениях, которым нужны подходящие почвы, тепло и влага. Прогноз погоды построен на наблюдениях за воздухом и облаками далеко за пределами нашего города. А засуха, даже если она случилась на другом континенте, может затронуть цены, урожаи и жизнь людей, от которых зависит привычная цепочка поставок.

Обычное утро незаметно становится окном в устройство планеты.

От комнаты к небу

Начнём с самого близкого. В комнате есть воздух, вода, тепло, растения в горшках, материалы мебели и электричество, которое поддерживает работу приборов. Комната — не отдельный мир. Воздух перемешивается с воздухом улицы через двери, окна и вентиляцию. Тепло уходит сквозь стены. Вода приходит по трубам, а затем покидает дом в виде стоков. Даже чашка кофе, поставленная на стол, связана с процессами, происходящими далеко за пределами квартиры.

Система — это части, которые взаимодействуют друг с другом. Важны не только сами части, но и связи между ними: что куда перемещается, что на что воздействует, что меняется в ответ. Для Земли такими частями служат, например, атмосфера — слой газов вокруг планеты; гидросфера — вода в океанах, реках, озёрах, ледниках, почве и воздухе; горные породы и почвы; живые организмы. К ним можно добавить человеческие общества и созданную ими инфраструктуру: поля, города, дороги, электростанции.

Эти области не заперты в отдельных коробках. Растения берут воду из почвы, углекислый газ — из воздуха, а энергию для роста получают от Солнца. Вода испаряется с поверхности океана и суши, переносится воздушными потоками, выпадает осадками и возвращается в реки и моря. Реки размывают породы и несут частицы почвы. Живые организмы используют вещества, которые снова попадают в почву, воду и атмосферу.

Земля получает энергию главным образом от Солнца. Часть солнечного света отражается облаками, льдом, песком и другими поверхностями, часть поглощается и превращается в тепло. Планета также излучает тепло обратно в космос. При этом вещества на Земле в основном не исчезают бесследно: они переходят из одной формы и одного места в другое. Вода из реки может стать паром, каплей в облаке и снова частью реки. Атом углерода может пройти через атмосферу, лист, животное и почву. Энергия же не движется по такому замкнутому кругу: она проходит через систему и в конце концов рассеивается в виде тепла.

Когда на телефоне появляется прогноз, перед нами результат работы наблюдений и моделей. Спутники следят за облаками, станции измеряют температуру, давление, влажность и ветер, а метеорологи сопоставляют множество данных. Атмосфера непрерывно движется: тёплый воздух поднимается, холодный опускается, водяной пар конденсируется в капли. На погоду в нашем городе влияют процессы, начавшиеся далеко отсюда, но прогноз не означает, что каждое облако можно точно назначить одному источнику. Атмосфера сложна, а прогноз — оценка наиболее вероятного развития событий, а не обещание с точностью до каждой капли.

Выходим из комнаты — и масштаб растёт. Город меняет движение воздуха и воды. Асфальт и здания нагреваются иначе, чем парк или влажный луг. Дождевая вода с гладких улиц быстрее стекает в ливневую канализацию, тогда как рыхлая почва и растительность задерживают часть влаги. Поэтому сильный дождь может дать разные последствия в разных районах: где-то вода спокойно уйдёт в землю, а где-то скопится на перекрёстке.

Дальше — область, страна, континент. Влага, испарившаяся над океаном, может стать дождём над сушей; ветер переносит тепло и водяной пар через тысячи километров. Но расстояние не отменяет местных особенностей. Горы заставляют воздушные массы подниматься и охлаждаться; расположение рек, характер почвы и растительный покров определяют, как осадки распределятся по ландшафту. Планетарные связи действуют через конкретные места — долины, поля, города, берега.

Маршрут одной чашки

Вернёмся к кофе. Представим, что зёрна выращены на горном склоне в тропическом регионе. Это не универсальный портрет каждой кофейной плантации, а удобный пример: разные сорта и хозяйства устроены по-разному. У растения есть собственные требования к температуре и влаге, но условия его роста зависят и от более широкого окружения — осадков, почвы, высоты местности, соседних растений и решений фермеров.

Пока чашка греет ладони, за ней стоит длинная цепочка обмена веществом, энергией и трудом.

Этап

Связь с природой и людьми

Почва и вода

Минералы, структура почвы и доступная влага помогают растению расти. Эрозия или истощение почвы могут снизить урожайность.

Осадки и климат

Дожди пополняют запасы воды, а температура влияет на развитие растения и созревание плодов. Важны не только средние условия, но и сроки засушливых периодов или ливней.

Растение

Кофейный куст использует солнечную энергию, воду и вещества из почвы. Его рост зависит от опыления, ухода и соседней растительности.

Сбор и обработка

Люди собирают плоды и отделяют зёрна. Для обработки могут требоваться вода и энергия; применяемые способы отличаются от хозяйства к хозяйству.

Обжарка и перевозка

Зёрна сушат, обжаривают и доставляют покупателям. Нужны транспорт, топливо, упаковка и работа множества людей.

Приготовление

Дома горячая вода извлекает из молотого кофе растворимые вещества. Электричество или газ, вода и посуда становятся частью привычного ритуала.

Остатки

Кофейная гуща может отправиться в отходы или в компост. Её дальнейшая судьба зависит от того, как устроена местная система сбора и переработки.

Это не просто список этапов. Каждый из них соединён с несколькими другими. Например, сильные дожди способны повредить растения и размывать почву, а состояние почвы влияет на то, как вода удерживается на склоне. Если урожай падает, фермеру может понадобиться больше ресурсов, чтобы сохранить производство; решения будут зависеть от доступности денег, рабочей силы и технологий. Если поблизости вырублен лес, меняются затенение и условия для живых организмов, а склон может стать уязвимее к эрозии. Ни один из этих эффектов не обязан возникать везде и всегда, но сама сеть связей помогает увидеть, какие вопросы стоит задать.

Так в чашке сходятся не только почва, дождь и растение, но и энергия солнечного света, работа людей, топливо транспорта и решения о том, что станет с отходами. Кофе не «содержит» в себе всю планету — это было бы красивым, но неверным преувеличением. Он просто наглядно показывает, как обычный предмет включён в потоки, которые выходят далеко за пределы кухни.

Далёкая засуха и близкие последствия

Теперь посмотрим на новость в телефоне. Засуха — не просто отсутствие дождя в течение нескольких дней. Обычно речь идёт о длительном дефиците влаги, который становится значимым для конкретного региона и его жителей. Для фермера важен не абстрактный показатель осадков, а то, хватает ли воды растениям, почве, скоту и людям в нужный сезон.

У засухи редко бывает одна-единственная причина. На неё могут влиять естественные колебания атмосферной циркуляции, необычная жара, особенности рельефа, состояние почв и водных запасов. Значение имеют и человеческие решения: сколько воды забирают на орошение, как управляют водохранилищами, какие культуры выращивают, насколько почва защищена растительностью. Изменение климата может усиливать вероятность или тяжесть некоторых видов засухи, особенно повышая испарение при жаре. Но утверждать, что любое конкретное сухое лето вызвано только этим фактором, — упрощение. Для таких выводов учёные изучают данные и сравнивают их с тем, как развивалась бы ситуация при других условиях.

А как далёкая засуха касается нашего утра? Если пострадали поля, урожай может уменьшиться. Это влияет на доход фермеров и доступность товара. Если речь идёт о важном для рынка регионе, меняются объёмы поставок и цены. В случае кофе последствия могут зависеть от страны, сорта, сроков поставки, запасов и ситуации на рынке. Связь существует, но она не означает, что именно эта засуха непременно сделает каждую чашку дороже. Между природным событием и ценником стоят транспорт, торговля, контракты, политика, конкуренция и множество других обстоятельств.

Такая разница — между «влияет» и «единственная причина» — очень важна. Земные процессы редко похожи на ряд костяшек домино, где первая точно и неизбежно валит последнюю. Чаще это сеть перекрёстных воздействий. Сильная жара повышает испарение; нехватка влаги ослабляет растения; меньше растительности означает меньшую защиту почвы от солнца и ветра; повреждённая почва хуже удерживает воду. Но эти связи могут ослабляться благодаря дождям, затенению, подходящим методам земледелия или накопленным запасам воды. Результат зависит от сочетания факторов.

В природе и человеческих системах встречаются обратные связи — ситуации, когда следствие воздействует на исходное условие. Если лёд тает, открываются более тёмные поверхности, которые поглощают больше солнечной энергии; дополнительное тепло может ускорить дальнейшее таяние. Это пример усиливающей обратной связи. Бывают и сдерживающие: например, при росте численности травоядных может увеличиться доступность пищи для хищников, что со временем ограничит рост их добычи. Такие процессы не обязательно

срабатывают мгновенно и одинаково повсюду, но помогают понять, почему состояние системы меняется не только от прямого воздействия, но и от собственных ответов.

Люди тоже меняют систему — иногда намеренно, иногда как побочный результат повседневных решений. Сжигание угля, нефти и газа добавляет в атмосферу углекислый газ, который задерживается в климатической системе и усиливает парниковый эффект. Изменение лесов и других ландшафтов влияет на запасы углерода, движение воды и места обитания видов. При этом природная среда воздействует на общества: жара влияет на здоровье и работу, наводнение повреждает дороги и дома, урожайность влияет на доходы и доступность пищи. Направление влияния двустороннее, хотя возможности людей и экосистем не одинаковы: некоторые сообщества располагают большими ресурсами для защиты и восстановления, другие оказываются уязвимее.

Как читать связи, а не только события

Чтобы разобраться в любом событии, полезно двигаться по четырём вопросам.

1. Что именно произошло? Например, выпало меньше дождя обычного, река вышла из берегов или урожай созрел раньше.

2. Какие условия могли этому способствовать? Температура, почва, рельеф, землепользование, запасы воды, инфраструктура.

3. На кого и на что это повлияло? На растения, людей, транспорт, цены, качество воды или другие процессы.

4. Какая обратная реакция возможна? Что изменится в ответ — решения людей, состояние ландшафта, расход воды, будущий риск?

Эти вопросы не дают мгновенного ответа на всё. Их задача — заменить слишком простое «виновато одно обстоятельство» более точным исследованием связей. Они помогают различать непосредственную причину события, условия, которые его усилили, и последствия, возникшие позже. Заодно становится заметно, где не хватает информации: иногда нужно узнать, сколько длилась засуха, какой была почва или как изменилось использование воды.

Можно начать даже с собственной чашки. Проследите её путь назад: кто изготовил посуду, из какого сырья; откуда пришло зерно; какая вода понадобилась растению и приготовлению; какие источники энергии были использованы; как продукт доставили. Затем проследите путь вперёд: что происходит с упаковкой и гущей, как вы моете чашку, куда уходит вода. Не нужно сразу строить идеальную схему или искать единственно правильный ответ. Цель — заметить больше связей, чем было видно с первого взгляда.

Упражнение: своя карта связей

Выберите привычный предмет или явление: яблоко, футболку, поездку на автобусе, дождь за окном. На листе бумаги запишите его в центре, а вокруг разместите вопросы и этапы.

1. Сырьё или начало. Какие природные материалы, организмы или условия нужны?

2. Потоки. Какая вода, энергия и какие вещества участвуют?

3. Люди и решения. Кто выращивает, производит, перевозит, обслуживает или использует предмет?

4. Последствия. Что меняется в природе и обществе до, во время и после использования?

5. Возможные обратные связи. Как последствия могут изменить дальнейшее производство, потребление или состояние окружающей среды?

Соединяйте пункты линиями и рядом кратко подписывайте характер связи: «нужна вода», «перевозится топливом», «влияет на почву», «зависит от сезона». Если связь неясна, поставьте рядом вопросительный знак. Это не недостаток карты, а приглашение к исследованию: иногда достаточно проверить этикетку, спросить у взрослого, найти сведения о местном водоснабжении или сравнить несколько надёжных источников.

У карты нет единственно верного масштаба. Можно рассмотреть, как чашка связана с кухней и водопроводом, а можно подняться до планетарных потоков тепла, воды, углерода и товаров. Главное — помнить, что выбранная граница условна. Если мы изучаем дождь в одном городе, полезно посмотреть не только на облако над домом, но и на состояние почвы, устройство улиц и работу канализации. Если изучаем кофе, важно не сводить всю историю к плантации: в ней есть труд, торговля, транспорт и отходы.

К вечеру прогноз, возможно, окажется точным, а возможно, ветер принесёт дождь раньше. Новость о засухе останется далеко на экране, но уже не будет казаться совершенно посторонней. Между небом, полем, чашкой и городом нет одной волшебной нити, которая объясняет всё. Есть множество измеримых связей, потоков и решений, действующих в разное время и на разных расстояниях.

Земля — не декорация, на которой разворачивается человеческая жизнь, а живая в смысле взаимосвязанности система: воздух, вода, почвы, организмы и общества непрерывно воздействуют друг на друга. Чем внимательнее мы прослеживаем путь привычных вещей, тем лучше умеем отличать влияние от единственной причины, замечать последствия и задавать точные вопросы. Иногда путь к пониманию планеты начинается не с глобуса, а с чашки, которую держишь в руках.

Планета в глубоком времени: происхождение, строение и движение Земли

Возьмите в руку гладкий камешек. Он кажется простым и неподвижным: холодный, тяжёлый, с потёртым краем. Но в его минералах запечатаны давление, тепло и путешествие, которое могло начаться задолго до появления на Земле первых животных. А сама планета под вашей ладонью существует так давно, что привычные меры — год, век, даже тысячелетие — почти ничего не объясняют. Чтобы почувствовать этот масштаб, придётся изобрести другие часы.

Представим, что вся история Земли — около 4,54 миллиарда лет — уместилась в один календарный год. Первое января начинается с рождения планеты, а ровно в полночь 31 декабря наступает наше сегодня. Это не буквальная летопись с точными датами до минуты, а модель: она помогает сравнить события, но не превращает спорные научные оценки в точные календарные отметки.

На этих часах одни сутки равны примерно 12,4 миллиона лет. Один час — около 518 тысяч лет, минута — примерно 8 600 лет, секунда — около 144 лет. Почувствовать секунду легко. Почувствовать 144 года — уже сложнее. А теперь вообразите, что так сжата вся история планеты.

Календарь, который умеет удивлять

Земля складывалась не одним мгновением. Около 4,54 миллиарда лет назад вокруг молодого Солнца вращался диск газа и пыли. Частицы сталкивались, слипались, росли в обломки и тела покрупнее. Постепенно из них возникла молодая Земля. Возраст планеты оценивают по радиоактивному распаду элементов в метеоритах и древних минералах: метеориты сохранили материал, близкий по возрасту к самым ранним телам Солнечной системы, а земная кора с тех пор многократно менялась.

Когда на «годе Земли»

Событие

Что мы знаем

1 января

Начинается формирование Земли

Планета росла из сталкивающихся тел; это был процесс, а не один миг.

Первые дни января

Вероятное крупное столкновение, связанное с образованием Луны

Согласно распространённой модели, молодая Земля столкнулась с крупным небесным телом, а часть выброшенного вещества собралась в Луну. Детали и точная дата столкновения уточняются.

Около 12 января

Возраст древнейших известных кристаллов циркона — примерно 4,4 млрд лет

Они показывают, что уже существовали земная кора и условия для её образования.

Конец марта — апрель

Возможные древнейшие следы жизни, примерно 3,5–3,8 млрд лет

Некоторые свидетельства трактуют неодинаково; первые формы жизни, вероятно, были микроскопическими.

Около 22 июня

Великое кислородное событие, примерно 2,4 млрд лет назад

Кислород начал заметно накапливаться в атмосфере, хотя кислородный фотосинтез возник раньше.

Середина ноября

Быстрое разнообразие многих групп животных в кембрийском периоде, около 541 млн лет назад

Это не внезапное появление жизни: ранняя жизнь существовала задолго до этого.

Около 13 декабря

Появление динозавров, примерно 230 млн лет назад

Динозавры будут населять Землю более 160 млн лет.

Около 26 декабря

Вымирание нептичьих динозавров, 66 млн лет назад

Птицы относятся к динозаврам и пережили это вымирание.

31 декабря, около 18:30

Появление представителей рода *Номо*, около 2,8 млн лет назад

До полуночи остаётся всего несколько часов.

31 декабря, около 23:25

Появление *Homo sapiens*, около 300 тысяч лет назад

Человеческий вид входит в финальные полчаса года.

Последние полторы минуты

Возникновение земледелия, около 12 тысяч лет назад

Люди начинают широко менять ландшафты и создавать постоянные поселения.

Последние десятки секунд

Появление письменности, около 5 тысяч лет назад

Письменная история занимает лишь мгновение по сравнению с возрастом планеты.

Эти отметки округлены. Если оценка возраста события меняется на сотни тысяч или даже миллионы лет, на календаре Земли это может сдвинуть его на часы, дни или месяцы. Но главное соотношение остаётся: жизнь существовала на планете миллиарды лет до появления людей, а письменная история помещается в последние секунды воображаемого года.

Календарь помогает увидеть и другое: геологическое время — не просто «очень долго». Это время, в котором медленное накопление изменений способно менять целые континенты, а краткое событие — например, крупное столкновение с астероидом — может резко изменить ход жизни. Земля не неподвижный фон, а система, в которой вещество и энергия постоянно переходят из одной формы в другую.

Как собиралась планета

Первые страницы этого календаря мы восстанавливаем по косвенным следам: метеоритам, древним минералам, изотопам и физическим моделям. Ни один исследователь не наблюдал рождения Земли. Но разные линии доказательств складываются в согласованную картину.

1. Пыль и камни начали слипаться. В диске вокруг молодого Солнца частицы сталкивались и постепенно образовывали более крупные тела — планетезимали, своеобразные строительные блоки будущих планет.

2. Столкновения нагревали молодую Землю. Энергию приносили удары небесных тел, сжатие вещества и распад радиоактивных элементов. В ранние периоды значительная часть планеты была расплавлена или размягчена.

3. Тяжёлое вещество опускалось глубже. Железо и другие плотные компоненты собирались в центре, а более лёгкие силикатные породы оставались ближе к поверхности. Так начиналось разделение Земли на внутренние слои.

4. Поверхность постепенно остывала. Из недр выходили газы, формируя раннюю атмосферу. Вода поступала из разных источников, в том числе высвобождалась из недр и приносилась богатыми водой телами. Точные доли этих источников до сих пор обсуждают.

В ранней атмосфере почти не было свободного кислорода, которым мы дышим сегодня. Его накопление стало возможным значительно позже, благодаря деятельности микроорганизмов и изменениям в обмене веществ между жизнью, океаном, породами и воздухом. Это хорошее напоминание: даже состав атмосферы — часть общей истории планеты, а не неизменный фон.

Маршрут к центру Земли

Теперь оставим календарь и совершим воображаемое путешествие вниз. Средний радиус Земли — около 6 371 километра. Мы не можем пробурить тоннель до центра: самая глубокая скважина достигает примерно 12,3 километра — это меньше двух десятых процента радиуса планеты. Поэтому недра приходится изучать по их «сигналам».

Слой или область

Примерная глубина от поверхности

Что важно помнить

Кора

От поверхности до примерно 5–10 км под океанами и обычно 30–70 км под материками
Тонкая наружная оболочка; её толщину и строение определяют по-разному на континентах и под океанами.

Мантия

До глубины около 2 900 км

Горячие силикатные породы; в основном твёрдые, но на огромных промежутках времени способны медленно течь.

Внешнее ядро

Примерно 2 900–5 150 км

Жидкий металлический слой, главным образом из железа с примесью других элементов.

Внутреннее ядро

Примерно 5 150–6 371 км

Плотная твёрдая область, в основном железная; высокое давление не даёт ей расплавиться, несмотря на огромную температуру.

Пирог с начинками или персик с косточкой — полезные, но ограниченные сравнения. Земля не набор аккуратно отделённых пластов. Границы слоёв не похожи на стенки в разре-

занном фрукте: свойства вещества постепенно меняются, а под давлением один и тот же материал ведёт себя иначе, чем у поверхности.

Например, мантия — не океан жидкой магмы. Большая её часть твёрдая. Но при высокой температуре и давлении породы могут очень медленно деформироваться и перемещаться. Этот процесс, наряду с тягой погружающихся плит и другими силами, участвует в движении литосферных плит. Их скорость обычно измеряется сантиметрами в год — примерно темпом роста ногтей. За миллионы лет такой медленный ход способен переместить океан, столкнуть материки и поднять горы.

Важно различать и **составные слои**, и **механические области**. Кора и верхняя часть мантии образуют твёрдую литосферу — большие плиты, которые движутся относительно друг друга. Под ней находится более пластичная астеносфера: не расплавленное море, а горячая порода, способная медленно менять форму. Одна и та же Земля, таким образом, имеет несколько «карт» строения — в зависимости от того, спрашиваем ли мы, из чего она состоит или как реагирует на нагрузку.

А откуда учёные знают о жидком внешнем ядре? Главные подсказки дают сейсмические волны землетрясений. Одни волны проходят через твёрдое тело и жидкость, другие распространяются только в твёрдых материалах. Наблюдая, как волны меняют скорость, преломляются или не проходят через определённые области, исследователи строят модели внутреннего устройства Земли. К ним добавляют данные о силе тяжести, магнитном поле, составе метеоритов и поведении минералов при высоких давлениях. Это знание не получено прямым взглядом в центр планеты — оно восстановлено по измерениям, как портрет по множеству следов.

Движение жидкого металла во внешнем ядре помогает создавать магнитное поле Земли. Оно защищает планету не как непроницаемый щит, но меняет путь многих заряженных частиц, приходящих от Солнца. На полюсах взаимодействия частиц с атмосферой порой становятся видимыми как полярные сияния. Так глубина, до которой невозможно добраться, влияет на явления, которые можно наблюдать невооружённым глазом.

Земля не стоит на месте

Мы стоим на поверхности и не чувствуем, что Земля вращается. Однако на экваторе точка поверхности движется вместе с планетой примерно со скоростью 1 670 километров в час. Мы, воздух и здания движемся почти вместе с ней, поэтому не ощущаем этого постоянного движения так, как ощущали бы ветер в неподвижной относительно космоса кабине.

Один оборот относительно далёких звёзд занимает около 23 часов 56 минут. Но за это время Земля немного продвигается по орбите вокруг Солнца. Чтобы Солнце снова оказалось примерно в той же точке неба, планете нужно повернуться ещё чуть-чуть. Поэтому привычные сутки длятся в среднем около 24 часов. Вращение Земли создаёт чередование дня и ночи: одна сторона планеты освещена, другая находится в тени, а затем они меняются местами.

Полный путь вокруг Солнца занимает примерно год. Орбита слегка вытянута, но очень близка к кругу; среднее расстояние до Солнца составляет около 149,6 миллиона километров. Орбитальное движение Земли — примерно 30 километров в секунду. Мы не падаем на Солнце, потому что его притяжение постоянно меняет направление нашего движения, удерживая планету на орбите.

А времена года возникают не потому, что летом Земля ближе к Солнцу. Главная причина — наклон земной оси примерно на 23,4 градуса относительно перпендикуляра к плоскости орбиты. По мере движения вокруг Солнца полушария поочерёдно наклоняются к светилу и от него.

Когда ваше полушарие наклонено к Солнцу, его лучи падают более отвесно, а световой день длиннее. Поверхность получает больше солнечной энергии. Когда полушарие наклонено от Солнца, лучи приходят под меньшим углом и дни короче. При этом в Северном полушарии лето приходится примерно на время, когда Земля находится дальше от Солнца, а зима — когда

ближе. В Южном полушарии сезоны противоположны. Это легко проверить: расстояние до Солнца не объясняет сезонное тепло, а наклон оси объясняет.

Можно устроить простой опыт. Возьмите глобус и лампу: лампа будет Солнцем, глобус — Землёй. Наклоните ось глобуса и, не меняя её направления, медленно обведите модель вокруг лампы. Там, где полушарие наклонено к источнику света, лучи падают прямее. Поверните глобус вокруг оси — получите чередование дня и ночи. Не наклоняйте и не приближайте глобус к лампе, пытаясь «создать лето»: так легко принять неверную причину за правильную. Модель не передаёт реальные расстояния и размеры, зато помогает разобраться в движении.

Есть и более медленное движение: направление земной оси постепенно меняется, словно ось вращения у слегка раскачивающегося волчка. Один полный цикл этой прецессии занимает около 26 тысяч лет. Поэтому за тысячелетия меняется положение звёзд, рядом с которыми оказывается направление на северный полюс мира. Небо тоже имеет свою длинную историю.

Вернуться к человеческим часам

Теперь снова взглянем на календарь Земли. Наш вид появился примерно за полчаса до полуночи 31 декабря. Земледелие возникло за полторы минуты до конца года. Письменная история умещается в последние десятки секунд. Эти сравнения не делают человеческую жизнь незначительной. Они показывают, насколько недавно люди появились в мире, который складывался и менялся миллиарды лет.

Глубокое время учит держать в голове сразу два масштаба. Горные породы и океанические плиты могут меняться медленно, почти незаметно в течение одной жизни. Но последствия некоторых процессов проявляются резко: удар астероида, извержение или землетрясение способны за короткое время изменить среду. И всё это связано: внутреннее тепло поддерживает движение недр, движение меняет поверхность, поверхность взаимодействует с атмосферой и океаном, а жизнь отвечает на перемены.

Земля — древний мир, собранный из космического вещества, разделённый на подвижные глубинные области и несущийся по орбите вокруг Солнца. Чтобы понять события на её поверхности, полезно помнить и о времени, которое глубже человеческой памяти, и о пространстве, в котором каждая точка имеет своё положение. На следующем шаге мы научимся это положение находить и описывать — по картам, координатам и ориентирам.

Читать пространство: карты, координаты и ориентация на местности

В субботу утром Лена отправилась на знакомую прогулку: от автобусной остановки — к ручью, через мостик — на сосновый холм, откуда видно соседнюю деревню. Она ходила здесь много раз и почти не смотрела под ноги: поворот у старого дорожного знака, тропа между елями, мостик с покосившимися перилами — всё казалось надёжным, как строки любимой книги.

Но у ручья книга вдруг перестала совпадать с реальностью.

Там, где бумажная карта обещала мост, стоял забор. Телефон уверенно показывал дорогу прямо через строительную площадку. А на местности лежал свежий слой гравия, и знакомая тропа терялась у насыпи. Лена остановилась. Не потому, что случилось что-то страшное, а потому, что заметила важное: три источника информации — карта, экран и сама земля — рассказывают об одном месте по-разному.

Именно в такие минуты начинается настоящее чтение пространства. Не нужно угадывать, какой источник «прав». Нужно понять, что каждый из них умеет показывать, чего не знает и как проверить его подсказки.

Карта — не фотография

Карта похожа на короткий рассказ о местности. В нём оставляют важные подробности и опускают те, без которых можно обойтись. На туристической карте могут быть обозначены тропы, мосты, ручьи и высоты, но не каждый куст и не каждая свежая лужа. На дорожной — крупные улицы и развязки, зато маленькая пешеходная тропинка может исчезнуть совсем.

Сначала Лена достала бумажную карту и нашла её условные знаки — легенду. Синие линии и пятна обычно обозначают воду, зелёные области — лес или растительность, тонкая пунктирная линия может показывать тропу. Но единого рисунка, который во всех картах означал бы одно и то же, нет: легенду нужно читать именно у той карты, которой пользуешься. Значок мостика тоже не обещает, что мост цел и открыт сегодня. Он сообщает лишь, что мост был нанесён на карту.

Легенда важна не меньше, чем сама карта: без неё красная линия может оказаться и дорогой, и границей, и обозначением маршрута. Стоит также посмотреть, когда карту составили или обновили. Улица могла появиться недавно, мост — закрыться, а лесная дорога — зарости.

Лена нашла на карте ручей, холм и дорогу, по которой пришла. Совпали три детали — значит, карту можно использовать, хотя сведения о мосте уже устарели. Эта проверка называется привязкой к местности: мы сопоставляем изображённые объекты с реальными и убеждаемся, что рассматриваем нужное место.

Сначала узнай, где ты

Оказавшись в незнакомой точке, легко поспешить к ближайшему повороту. Но полезнее сначала остановиться и определить своё положение. Лена отошла в безопасное место, в стороне от техники и проезда, и огляделась. Рядом был ручей; выше по склону — край соснового леса; позади оставалась автобусная остановка. Эти признаки совпадали с картой.

Телефонный указатель местоположения тоже показывал её положение, но вокруг синей точки расплывался круг точности. Это полезная подсказка: устройство не всегда знает место до метра. Спутниковый сигнал может ослабнуть под густыми кронами, между высокими зданиями или в глубокой долине. Отражённый сигнал иногда заставляет отметку «прыгать» на соседнюю дорогу.

Кроме того, экран может показывать не направление движения, а только точку, где находится устройство. Стоящий на месте человек не всегда сразу поймёт, куда смотрит теле-

фон. А встроенный компас чувствителен к магнитам и металлическим предметам. Поэтому, если стрелка ведёт себя странно, отойди от велосипеда, машины или ограждения, проверь настройки компаса и сравни его показания с картой.

Чтобы определить направление на бумажной карте, сначала найди знак севера. Во многих картах север расположен сверху, но полагаться на эту привычку без проверки не стоит. Поверни карту так, чтобы её север указывал туда же, куда север компаса. Тогда восток окажется справа, запад — слева, юг — позади. Это называется ориентировать карту.

Есть одна оговорка: компасная стрелка направлена к магнитному северу, а не точно к географическому. Угол между ними зависит от места и со временем меняется. Для короткой прогулки по парку это часто несущественно, но при точной навигации стоит проверить поправку, указанную на карте или в местных рекомендациях.

Солнце тоже может помочь сориентироваться, но не заменяет компас. Оно восходит примерно на востоке, садится примерно на западе, однако точное положение меняется по сезонам, а часы показывают поясное, а не местное солнечное время. Если принять эти приблизительные подсказки за точные указания, можно ошибиться.

Масштаб: сколько километров помещается в сантиметр

Лена заметила у края бумажной карты надпись: «1:25 000». Это масштаб. Он говорит, во сколько раз изображение уменьшено по сравнению с местностью. В данном случае один сантиметр на карте соответствует 25 000 сантиметрам на земле — то есть 250 метрам.

Если нужный отрезок тропы на такой карте занимает четыре сантиметра, по прямой это примерно один километр. Но реальный путь может быть длиннее: тропа огибает болотце, петляет между деревьями, обходит склон. А подъём, мягкий грунт и усталость влияют на время сильнее, чем расстояние на линейке.

Для измерения Лена использовала шкалу масштаба, напечатанную на карте. Она удобнее линейки, если изображение случайно изменили при печати или на экране. В телефоне масштаб меняется при приближении и отдалении, поэтому нужно смотреть на подпись и графическую шкалу, а не судить только по размеру дороги.

Условные знаки и масштаб помогают читать карту, но не превращают её в точную копию земли. Дорога на бумаге нарисована широкой линией, хотя в реальности может быть узкой тропой. Чтобы такие объекты было видно, их приходится изображать крупнее настоящего размера. На любой карте есть упрощения.

Координаты — адрес без улицы

Когда Лена включила сведения о местоположении, телефон показал пару чисел: широту и долготу. Их можно представить как адрес, понятный всему миру, даже если вокруг нет табличек с названиями.

Широта показывает, насколько далеко к северу или югу от экватора находится точка. Экватор имеет широту 0°, а полюса — 90° северной или южной широты. Долгота показывает положение к востоку или западу от нулевого меридиана, проходящего через Гринвич. Её отсчитывают до 180° в каждую сторону.

Координаты могут выглядеть, например, так: 55,75° северной широты, 37,62° восточной долготы. Их записывают и в других форматах — в градусах, минутах и секундах. При передаче координат важно не перепутать порядок широты и долготы и формат записи. Числа сами по себе не говорят, где север и восток: это обозначения необходимо сохранить.

Координаты полезны, если нужно сообщить близким или спасателям, где ты находишься. Но они не объясняют, как добраться до точки. Между двумя координатами могут лежать река без моста, крутой склон или закрытая территория. Поэтому точка на экране — начало решения, а не готовый маршрут.

Лена сверила положение телефона с ручьём и остановкой. Отметка казалась чуть смещённой, но ручей, край леса и развилка подтвердили: она стоит у старого подхода к мосту.

Бумажная карта не знала о строительных работах; телефон знал о новой дороге, но предлагал пройти по закрытой площадке; местность показывала, что безопасного прохода там нет. Вывод был не в том, чтобы выбрать самый современный экран, а в том, чтобы проверить каждую подсказку.

Четыре пункта маршрутного листа

Лена решила не импровизировать у забора. Она нашла на карте обозначенную обходную тропу, сверила её с указателем и составила короткий план. Такой маршрутный лист полезен и в знакомом лесопарке, и в поездке по незнакомому городу.

Пункт

Что сделать

Что проверить

1. Найти своё положение

Сопоставить отметку устройства, карту и заметные объекты
Дорогу, ручей, перекрёсток, край леса

2. Выбрать ориентиры

Отметить несколько узнаваемых точек по пути
Мост, развилку, башню, вершину холма

3. Оценить расстояние по масштабу

Измерить отрезки и учесть изгибы и подъёмы
Шкалу карты, длину обхода, запас времени

4. Сверить маршрут с местностью

На каждом важном повороте сравнить план с реальностью
Указатели, рельеф, воду, ограждения, состояние тропы

Для обхода Лена выбрала три ориентира: развилку у группы берёз, деревянный указатель и край холма. На карте между остановкой и развилкой было около двух сантиметров. При масштабе 1:25 000 это примерно 500 метров по прямой. Тропа изгибалась, так что на деле отрезок был длиннее. Она добавила запас времени и решила не пытаться «срезать» путь через незнакомый склон.

Ориентир должен быть достаточно заметным, чтобы его можно было узнать и на карте, и в действительности. «Большое дерево» — плохая подсказка: деревьев много, и лес меняется. «Развилка у деревянного указателя» надёжнее. Ещё лучше, когда направление подтверждают несколько признаков: ручей остаётся слева, тропа постепенно поднимается, а впереди виден край холма.

Если признаки перестали совпадать, правильное действие — не ускориться, а остановиться. Пройди обратно до последнего места, где всё было понятно, и проверь карту заново. Ошибочный поворот не делает прогулку неудачной; он становится опасным только тогда, когда человек продолжает идти, не замечая несоответствия.

Почему карта и земля неизбежно расходятся

Есть и более глубокая причина, по которой карта никогда не будет точной копией мира: поверхность Земли изогнута, а лист бумаги и экран плоские. Чтобы развернуть шарообразную поверхность в плоскость, применяют картографические проекции. Каждая из них что-то сохраняет, а что-то искажает: форму, расстояния, углы или площади.

На многих мировых картах заметно искажение площадей: например, Гренландия выглядит намного крупнее, чем в действительности относительно Африки. На локальной карте прогулочного маршрута такие искажения обычно не мешают, но важно помнить: карта — модель, а не сама местность. Для измерений пользуйся шкалой именно этой карты и не переноси линейкой расстояния с одного края мира на другой.

Даже подробная карта отражает пространство выборочно. Она может хорошо показывать высоты, но не сообщать, что после дождя часть тропы стала скользкой. Телефон может быстро обновить улицы, но не узнать о временном перекрытии. Спутники помогают вычислить положение, но не объясняют, можно ли пройти через забор.

Поэтому самая надёжная навигация — это не один безошибочный прибор, а проверка несколькими способами. Лена следовала обходной тропе, сверяясь с указателями, картой и ручьём. У холма бумажная карта помогла ей увидеть, что тропа должна повернуть к поляне; в поле поворот подтвердили следы на земле и табличка. На вершину она вышла позже, чем рассчитывала, зато пришла туда спокойно и не пересекла стройку.

Перед выходом

В следующий раз, планируя короткий маршрут, используй простой порядок действий:

1. Выбери понятную начальную и конечную точки. Для первой самостоятельной прогулки лучше замкнутый маршрут или путь туда и обратно по знакомой тропе.
2. Проверь карту, её дату, условные знаки, масштаб, подъёмы и возможные переправы. Уточни, открыты ли дорожки и разрешён ли проход.
3. Отметь основные ориентиры, развилки и запасной путь. Оцени расстояние не только по прямой, но и с учётом изгибов и рельефа.
4. Сверь прогноз погоды со временем выхода, длиной маршрута и запасом светлого времени. Возьми одежду, воду и обувь по условиям.
5. Сообщи близкому человеку, куда идёшь, каким путём и когда планируешь вернуться. Если планы изменятся, сообщи об этом.
6. Заранее загрузи карту для работы без интернета, проверь заряд телефона и возьми внешний аккумулятор, если он нужен. Но не делай батарею единственной опорой: бумажная карта и умение читать местность не разряжаются.

На безопасной прогулке можно потренироваться: выбери на карте два заметных ориентира, найди их вокруг себя и оцени, где находишься между ними. Затем измерь отрезок до следующей точки по масштабу и проверь, сколько времени занял путь на деле. Так постепенно развивается навык, который не зависит от одной марки телефона и не исчезает вместе с сигналом.

Лена вернулась к остановке тем же обходным путём. Холм был на месте, ручей продолжал течь, а дорожные работы постепенно меняли знакомый пейзаж. Карта помогла ей увидеть связи между ориентирами, координаты — назвать своё положение, компас — понять направление, а местность — проверить всё остальное. Читать пространство значит не верить одному изображению, а задавать вопросы и сопоставлять ответы.

Карта показывает не мир целиком, а его полезную модель. Чем лучше мы понимаем, как она устроена, тем увереннее замечаем не только дороги и повороты, но и сам рельеф — его высоты, склоны, долины и разломы. А формы поверхности тоже имеют свою историю: их создают силы, которые медленно поднимают горы, раскрывают трещины и питают вулканы.

Подвижная твердая Земля: тектоника, горы, вулканы и рельеф

Ночью дом вздрогнул — не так, как вздрагивает от хлопнувшей двери, а глубже, будто под полом кто-то повернул огромный ключ. Посуда звякнула, люстра качнулась. Утром жители увидели тонкие трещины в штукатурке. На площади обсуждали одно и то же: что случилось внизу? Почему твердая земля, на которой стоят дома и дороги, вдруг двинулась?

Трещина на стене — не геологический прибор. Она может появиться из-за усадки здания, перепада температуры или старой ошибки в кладке; по одному такому следу нельзя определить, где и насколько сильно двигалась земная кора. Но землетрясение оставляет и другие свидетельства: колебания фиксируют сейсмографы, а их записи позволяют понять, откуда пришла волна и как она распространялась. Если здание повреждено, безопаснее выйти наружу и не возвращаться внутрь до проверки специалистами. Даже после главного толчка возможны афтершоки.

Причина землетрясения часто скрыта глубоко под ногами, но начинается история не с отдельной трещины. Земная поверхность собрана из громадных подвижных плит. Чтобы понять ее движение, представим Землю не неподвижной каменной скорлупой, а сложной машиной, у которой жесткие детали медленно перемещаются, сталкиваются, расходятся и скользят друг мимо друга.

Каменная оболочка в движении

Внешний твердый слой Земли называется литосферой. Он включает земную кору и верхнюю, достаточно жесткую часть мантии. Литосфера разделена на плиты: одни несут континенты, другие — океанское дно, некоторые объединяют оба типа коры. Под ними находится более горячая и пластичная часть верхней мантии — астеносфера. Это не океан жидкой магмы. На протяжении человеческой жизни она выглядит твердой, но за миллионы лет способна медленно деформироваться.

Плиты движутся всего на несколько сантиметров в год — примерно с той скоростью, с какой растут ногти. Но скорость не равна безвредности. Там, где края плит зажаты трением, они могут долго оставаться неподвижными, хотя сами плиты продолжают движение. Напряжение в породах накапливается, пока участок разлома не сдвинется. Тогда освобождается энергия, и по Земле расходятся сейсмические волны.

Очаг землетрясения находится внутри Земли; точка прямо над ним на поверхности называется эпицентром. Волны расходятся от очага и по-разному проходят через породы. Сейсмографы регистрируют их колебания, а сеть наблюдений помогает оценивать место и глубину события. Это позволяет узнавать о землетрясениях больше, чем можно заключить по одной трещине в стене.

Почему плиты движутся? Внутри Земли сохраняется тепло, оставшееся со времени ее формирования; добавляется и тепло от радиоактивного распада некоторых элементов. В мантии тепло переносится медленными движениями вещества. Но движение плит нельзя свести к одной простой «ленте», которую толкает мантийный поток. Важны и другие силы: холодная плотная океаническая плита может погружаться в мантию и тянуть за собой остальную часть; поднятые участки океанического дна способствуют скольжению плиты вниз по склону. Это целая система причин, а не один мотор.

Три способа встретиться

Границы плит — не ровные швы на карте, а полосы разломов, вулканов, складок и землетрясений. На них происходят наиболее заметные столкновения и расхождения земной коры.

Тип границы

Что происходит

Какие формы возникают

Расхождение

Плиты удаляются друг от друга, а снизу поднимается горячее вещество

Срединно-океанические хребты и рифтовые долины; образуется новая кора

Сближение

Плиты движутся навстречу; одна может погружаться под другую или обе могут сминаться

Океанические желоба, вулканические дуги, складчатые горы и землетрясения

Скольжение

Плиты движутся в основном вдоль общей границы

Разломы и землетрясения; вулканы здесь обычно не образуются

На дне океана плиты расходятся вдоль протяженных хребтов. В трещины поднимается магма, остывает и становится новой океанической корой. Она постепенно отодвигается от хребта, словно поверхность медленно раздвигающейся книги. Чтобы Земля не становилась больше, старая океаническая кора в других местах погружается обратно в мантию.

При сближении океанической плиты с континентальной более плотная океаническая плита часто уходит под континентальную. Зона погружения называется зоной субдукции. На дне здесь может сформироваться глубоководный желоб. Вода и другие вещества, переносимые погружающейся плитой, способствуют образованию расплавов в вышележащей мантии. Магма поднимается и может построить цепочку вулканов на континенте или островную дугу.

Если сходятся два континента, легкую континентальную кору трудно погрузить глубоко в мантию. Она сминается, утолщается и поднимается. Так возникли Гималаи, где сталкиваются Индийская и Евразийская плиты. Поднятие продолжается и сегодня, хотя местные землетрясения, обвалы и выветривание одновременно меняют горный ландшафт.

При скольжении плит участки разлома способны сцепляться, а затем резко срываться. Так возникают мощные землетрясения, но обычно не вулканы: здесь нет того же процесса погружения и образования магмы, что в зоне субдукции. При этом границы плит не исчерпывают все землетрясения. Они происходят и внутри плит — там, где древние разломы вновь получают нагрузку.

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.