

The background of the entire page is a photograph of a person with a backpack sitting on a rocky cliff, looking out over a wide river that winds through a lush green valley. In the distance, a city skyline is visible under a warm, golden sunset sky. The sun is low on the horizon, casting a long, shimmering reflection on the water. The overall mood is peaceful and contemplative, emphasizing the connection between nature and urban life.

Земля

не запасная:

Как сохранить природу
и будущее человека

ИИ
Фёдор Северный

Фёдор Северный

Земля не запасная:

Как сохранить природу и будущее человека

<https://litres.ru/74605524>

SelfPub; 2026

Аннотация

Что будет с привычной жизнью, если чистая вода, плодородная почва и устойчивый климат перестанут быть чем-то само собой разумеющимся? Природа — не фон и не бесконечный склад ресурсов: от её состояния зависят здоровье, безопасность и будущее каждого из нас.

«Земля не запасная» показывает, как связаны экосистемы, биоразнообразие, климат, вода, почвы и океан — и почему даже устойчивые природные системы имеют пределы. Книга помогает понять причины экологических кризисов и увидеть пути решения: сокращать загрязнение у источника, менять производство пищи и энергии, создавать более здоровые города, учитывать цену разрушения природы, справедливо распределять риски и восстанавливать экосистемы. Это целостная система решений — от личного выбора до совместных проектов с измеримым результатом.

Книга адресована всем, кто хочет разобраться в экологических переменах и не оставаться в стороне: читателям, родителям, педагогам, специалистам и тем, кто принимает решения.

Содержание

Земля не запасная: почему будущее человека зависит от природы	6
Живая планета: природные циклы, экосистемы и границы устойчивости	17
Исчезающая жизнь: биоразнообразие и цена его утраты	29
Климат меняется: причины, последствия и пределы адаптации	40
Конец ознакомительного фрагмента.	44

Фёдор Северный
Земля не запасная:
Как сохранить природу
и будущее человека

Земля не запасная: Как сохранить природу и будущее человека

Фёдор Северный

Земля не запасная: почему будущее человека зависит от природы

В шесть сорок Марина ставит чайник. Пока вода нагревается, она наливает себе стакан из-под крана: прозрачная струя, лёгкий металлический привкус, ничего необычного. На столе уже лежит хлеб. За окном автобус притормаживает у остановки, а во дворе дворник смывает пыль с тротуара.

Утро как утро. И всё же в нём уже работает целый мир.

Вода прошла через облака, почву и водоносные слои — или накопилась в водохранилище, откуда её подали в город. Её очистили, проверили, протолкнули по трубам с помощью насосов. Хлеб вырос из зерна, которому были нужны плодородная почва, подходящая погода, вода и опыление. Автобус движется благодаря топливу или электричеству, а дорога, по которой он едет, сделана из материалов, добытых из земли. Даже привычное ощущение безопасности — что завтра из крана снова потечёт вода, а на полке будет еда — держится не только на работе коммунальных служб и магазинов. Оно держится на природе, которая производит воду, поддерживает урожаи и делает среду обитания пригодной для жизни.

Мы привыкли замечать природу там, где она выглядит как природа: в лесу, на берегу, в заповеднике, на картинке с горным озером. В городе она часто прячется за краном, выключо-

чателем, ценником и расписанием автобусов. Чем надёжнее устроена повседневная жизнь, тем легче поверить, будто человек от природных условий отделился. Но труба — не источник воды, а лишь её путь. Магазин — не источник еды, а место, где встречаются выращенное, изготовленное и привезённое. Технологии меняют способы нашей зависимости от природы, но не отменяют её.

Карта одного дня

Попробуйте проследить один обычный день не по часам, а по природным условиям, которые делают его возможным.

Воздух. Вы вдыхаете его раньше, чем успеваете подумать о нём. Состав атмосферы и работа экосистем связаны с жизнью на планете: растения и океан участвуют в круговороте углерода, а зелёные насаждения в некоторых условиях задерживают часть пыли и смягчают жару. Но чистоту воздуха в конкретном городе определяют также транспорт, отопление, промышленность, погода и устройство улиц. Нельзя посадить деревья и считать проблему выбросов решённой. И наоборот: сокращая загрязнение, мы защищаем не абстрактную «среду», а лёгкие — особенно детские, пожилых людей и тех, чья работа проходит на улице.

Вода. За стаканом стоит водосборный бассейн — вся территория, с которой вода стекает в реку, озеро или водохранилище. Состояние почв, лесов, болот, сельскохозяйственных земель влияет на то, как вода задерживается, просачивается, очищается и пополняет запасы. Но природная система

не заменяет водопровод, очистные сооружения и грамотное управление. Для безопасности нужны и живые водосборы, и надёжная инфраструктура, и контроль загрязнений. Если одно звено повреждено, другим приходится работать с большей нагрузкой.

Пища. Ломоть хлеба кажется вещью простой и законченной. На деле за ним — поле, живые организмы в почве, осадки, семена, техника, перевозка и энергия. Почва — не просто поверхность, на которую можно ежегодно что-нибудь сеять. Это сложная система, в которой органическое вещество, вода, воздух и множество организмов участвуют в росте растений. Опылители важны для многих культур, хотя не для каждой еды и не на каждом этапе производства. Урожай зависит от переплетения факторов: климата, почв, воды, агротехники, сортов и решений людей. Чем беднее становятся почвы и чем сильнее загрязняются воды, тем труднее и дороже поддерживать продовольственную систему.

Энергия и материалы. Нажатая кнопка соединяет дом с большой сетью электростанций и линий. У каждой технологии есть природная сторона: топливо нужно добыть и перевезти; гидроэнергетика зависит от водного режима и меняет речные экосистемы; солнечные панели и аккумуляторы требуют материалов, производства и земель. Это не довод отказаться от новых технологий. Это напоминание, что переход к более чистой энергии должен быть не только быстрым, но и ответственным: с экономным использованием ре-

сурсов, продуманным размещением объектов и контролем последствий добычи.

Климатическая защита. Деревья дают тень, испаряют воду и могут снижать температуру улиц. Здоровые поймы и некоторые водно-болотные угодья способны задерживать часть паводковой воды; прибрежные экосистемы в определённых условиях ослабляют воздействие волн. Но природная защита не универсальна и не безгранична. Она не отменяет дамбы там, где они необходимы, правил строительства, систем раннего оповещения и подготовки к чрезвычайным ситуациям. Надёжность возникает, когда природные решения и инженерная защита поддерживают друг друга, а не подменяют друг друга.

Запишите свой день в две колонки: **«что я использую»** и **«какие природные условия за этим стоят»**. Вода — водосбор и очистка. Завтрак — почва, вода, семена. Поездка — энергия, металлы, материалы. Прохладная квартира — электричество, теплоизоляция и климатическая устойчивость города. Рядом добавьте третью колонку: **«кто может повлиять?»** Здесь появятся не только вы, но и управляющая компания, городской транспорт, производитель товара, сельское хозяйство, местные власти, государство. Это маленькое упражнение помогает увидеть: личная жизнь встроена в систему, а значит, у этой системы есть точки, где можно менять решения.

Когда невидимая зависимость становится видимой

Представим семью — не конкретную историю из новостей, а собирательный пример. Марина живёт с сыном и пожилым отцом в квартире на верхнем этаже. Однажды летом город несколько дней стоит в жаре. Ночью стены почти не остывают. Днём воздух над асфальтом дрожит, автобус задерживается, а в квартире душно даже при открытых окнах. Отец плохо переносит духоту. Марина ищет прохладное место, проверяет прогноз и меняет планы: прогулку переносит на утро, покупки делает пораньше, звонит родственникам.

Жара не обязательно приводит к катастрофе, чтобы изменить жизнь. Она отнимает сон, силы и возможность работать в обычном ритме. Сильнее всего рискуют люди с хроническими заболеваниями, маленькие дети, пожилые, те, у кого нет прохладного помещения или гибкого графика. Улица тоже имеет значение: тенистый маршрут переносится иначе, чем путь вдоль раскалённой стены и широкого перекрёстка.

Так обнаруживается связь между телом и городом. Температуру во дворе задаёт не только прогноз погоды, но и то, есть ли деревья, где лежит асфальт, как устроены здания, насколько доступен общественный транспорт, работают ли пункты охлаждения и доходят ли предупреждения до жителей. У семьи может быть вентилятор, но она не может в одиночку озеленить район, изменить строительные нормы или обеспечить устойчивую электросеть.

С изменением климата жара становится важным примером уже наблюдаемого риска. По оценке Межправитель-

ственной группы экспертов по изменению климата, средняя температура поверхности Земли в 2011–2020 годах была примерно на 1,1 °C выше, чем в 1850–1900 годах; основная причина потепления — деятельность человека, прежде всего выбросы парниковых газов. Это глобальное среднее: оно не означает одинакового изменения погоды в каждой точке планеты и не позволяет приписать любое отдельное жаркое лето одной причине. Но потепление сдвигает условия, в которых возникают многие экстремальные явления, и повышает вероятность опасной жары во многих регионах. Насколько велики будут будущие риски и кто окажется к ним готов, зависит от выбросов, местных особенностей и принятых мер.

Та же логика работает для наводнений, засух, пожаров и перебоев с водой. Один сильный ливень сам по себе не объясняет, почему затопило улицу. Важны рельеф, состояние ливневой канализации, застройка поймы, покрытие земли асфальтом, уход за водоёмами и характер осадков. Пожар может начаться по разным причинам, но сухая растительность, жара, ветер и состояние лесного хозяйства влияют на то, как он распространяется. Природные процессы не отменяют ответственности людей и организаций; человеческие решения не отменяют природных процессов. Обычно риск рождается на их пересечении.

Экосистемы — не декоративная оболочка вокруг экономики. Они участвуют в круговоротах воды, углерода и питательных веществ, поддерживают плодородие, создают усло-

вия для жизни множества видов. Их устойчивость особенно важна, потому что природные связи не всегда похожи на аккуратно проложенную резервную линию. Если ослабевает несколько звеньев сразу, последствия могут усиливать друг друга: деградированная почва хуже удерживает воду; водный стресс осложняет выращивание пищи; потери урожая влияют на цены и доходы людей. Это не означает, что каждый сбой неизбежно запускает цепь катастроф. Это означает, что запас устойчивости важен — и его легче сохранить заранее, чем восстановить после разрушения.

Не склад и не фон

Слово «ресурс» удобно для таблиц, но опасно, если заставляет видеть в природе только то, что можно извлечь и продать. Лес даёт древесину, но лес — не только древесина. Это среда обитания, часть водного и углеродного круговоротов, источник культурного и личного опыта для людей. Река нужна для водоснабжения и энергии, но её жизнь не исчерпывается тем, сколько воды можно направить в трубы или турбины.

У природы есть ценность, которую не всегда можно выразить пользой для человека. И всё же даже самый практический расчёт приводит к тому же выводу: разрушать природные системы — значит подрывать основания здоровья, безопасности и благополучия. Мы не покупаем себе отдельную атмосферу, реку или плодородную почву, когда повреждаем существующие. Нельзя заменить целую биосферу закрытой

системой, просто выбрав её из каталога технологий.

Это не повод впадать в отчаяние. Природа не статична: экосистемы могут восстанавливаться, если прекратить давление, вернуть пространство рекам, улучшить управление почвами, защищать места обитания и сокращать загрязнение. Но восстановление требует времени, знаний и решений. Иногда оно не возвращает всё в точности к прежнему состоянию. Поэтому лучше не ставить на разрушение с расчётом, что потом всё починим.

Ответственность не помещается в одну сумку

Человеку легко услышать разговор об охране природы как перечень личных запретов: меньше покупать, реже ездить, дольше принимать душ, тщательнее сортировать. Многие повседневные решения действительно имеют значение. Можно экономнее расходовать воду и энергию, выбирать долговечные вещи, уменьшать пищевые отходы, чаще пользоваться общественным транспортом там, где он доступен. Можно выяснить, откуда берётся вода в вашем городе и какие опасные природные явления характерны для вашего района. Можно поддерживать местные инициативы, участвовать в общественных обсуждениях и требовать понятной информации о качестве воздуха, воде и городском планировании.

Но индивидуальная ответственность не должна становиться удобным способом снять ответственность с тех, кто принимает решения в масштабе системы. Житель не мо-

жет одним выбором изменить маршрутную сеть, правила застройки, стандарты промышленного загрязнения или устройство энергосистемы. Для этого нужны государственная политика, работа местных властей, прозрачность бизнеса и инфраструктура, которая делает более безопасный выбор доступным, а не привилегией.

Городские власти могут сохранять естественные водотоки и зелёные территории, а не застраивать каждую свободную площадку; обновлять ливневую систему; строить тенистые улицы и общественный транспорт, доступный людям с разными доходами и возможностями. Государство — задавать экологические нормы, развивать мониторинг, поддерживать устойчивое сельское хозяйство и готовить службы к жаре, паводкам и пожарам. Бизнес — оценивать воздействие всей цепочки производства, а не только чистоту фасада предприятия. Такие меры не всегда просты и не устраняют все риски, но они меняют условия, в которых миллионы людей принимают ежедневные решения.

Полезный практический вопрос для любого плана — от семейного до государственного: **какие природные системы он использует и что станет с ними после его реализации?** Если ответ «не знаем», это не обязательно повод немедленно отказаться от проекта. Но это повод выяснить больше, оценить возможный ущерб и предусмотреть ограничения, проверку и восстановление.

Земля, с которой начинается книга

Эта книга будет двигаться от повседневного к системному. Сначала мы посмотрим, как связаны природные циклы, экосистемы и устойчивость планеты. Затем поговорим о биоразнообразии, воде, почвах и климате — о том, почему их состояние влияет и на жизнь далеко от леса или поля. Мы разберём, как работают города и экономика, где решения усиливают риски, а где создают пространство для изменений. И главное — будем искать практические способы сохранять условия достойной жизни: не обещая, что любую потерю можно отменить, но показывая, что многие решения зависят от нас как от граждан, сообществ, организаций и обществ.

Вернёмся к утру Марины. стакан воды, хлеб, автобус и прохладная комната — не независимые удобства, собранные вокруг человека. Это видимые концы длинных связей, протянутых через реку, почву, атмосферу, энергосистему, городские правила и труд множества людей. Иногда эти связи кажутся неразрушимыми просто потому, что мы редко видим их целиком.

Теперь попробуйте замечать их. Не для того, чтобы обвинять себя за каждую покупку или пугаться каждого прогноза. А чтобы понимать, от чего зависит привычная жизнь и где её можно сделать надёжнее. Тревога полезна, когда превращается в внимание, а внимание — в осмысленные действия.

У нас нет запасного выхода на другую планету, куда можно без последствий переселиться всем вместе. Но это не при-

говор. Это ясная задача: сохранить условия, в которых люди могут жить безопасно, достойно и свободно, не разрушая природные системы, поддерживающие эту жизнь. Начинается она с простого признания: природа — не внешний фон человеческой истории. Это сама сцена, воздух, вода и живая основа, благодаря которым история продолжается.

Живая планета: природные циклы, экосистемы и границы устойчивости

В конце мая ручей у лесной дороги обычно выходит из берегов. Вода на несколько дней растекается по низкой луговине, обходит кочки, оставляет на траве тонкий слой ила — а потом возвращается в русло. Но этой весной ручей не разлился. Вода прошла узкой быстрой струёй и ушла вниз. На лугу трава пожелтела раньше обычного, в мелких заводях не осталось прохладной воды, а колодец у ближайшего дома к середине лета стал наполняться медленнее.

— Просто сухой год, — говорят одни. — Лес вырубili, — отвечают другие. — Канавы прокопали, — добавляет третий.

Каждый может быть отчасти прав. Но чтобы понять, что произошло, мало найти одного виновника. Нужно проследить связи: от дождя и почвы — к ручью, от ручья — к лугу и колодцу, от изменений в ландшафте — к жизни людей. Природные системы редко ломаются одним громким ударом. Чаще их возможности постепенно сужаются, пока перемена, прежде незаметная, не становится очевидной.

Представим, что это небольшой лесной водосбор: возвышенности, ручей, заболоченная низина, луга, несколько по-

лей и деревня ниже по течению. Такой ландшафт — удобная модель для разговора. В реальности у каждого водосбора своя история, и настоящую причину нужно устанавливать по наблюдениям, а не угадывать по одному пересохшему ручью. Но модель поможет увидеть главное: лес, почва, вода, растения, животные и люди здесь не соседствуют отдельно друг от друга. Они участвуют в общих процессах.

Не механизм, а сеть обменов

Экосистема — это живые организмы и среда, с которой они взаимодействуют: растения, животные, грибы, микроорганизмы, почва, воздух и вода. Её границы часто выбирают для удобства исследования. Например, водосбор очерчивают по хребтам: вся вода, выпавшая внутри этой территории и стекающая в один ручей, относится к нему. Но настоящие связи не останавливаются у условной черты на карте. Птицы перемещаются между лесом и полем, ветер переносит пыльцу и семена, река несёт вещества дальше, а люди используют воду внизу по течению.

Экосистема не похожа на идеально настроенные часы, где каждая шестерёнка всегда движется в одном темпе. Природа изменчива. Весна бывает ранней или поздней, популяции колеблются, русла меняют очертания, леса проходят через пожары и восстановление. Устойчивость — не неподвижность и не способность бесконечно терпеть любые воздействия. Это способность системы переживать перемены, сохраняя важные функции или восстанавливая их после нару-

шения.

Ещё одно различие важно помнить: вещество в природе циркулирует, а энергия — нет. Воде, углероду и питательным элементам доступны разные пути возвращения и повторного использования. Энергия в основном поступает от Солнца, проходит через живые организмы и постепенно рассеивается в виде тепла. Система не может жить на «запасе энергии» бесконечно: ей нужен постоянный поток.

Вода: не просто дождь, а путь

Часть дождя задерживается на кронах и испаряется, часть впитывается в почву, часть уходит по поверхности, часть медленно просачивается в грунтовые воды и питает ручей. Растения возвращают воду в атмосферу через испарение и транспирацию — испарение влаги с их поверхности и из листьев. Вместе эти процессы составляют участки большого водного цикла.

Лес может смягчать быстрый сток: растительность прикрывает почву, корни создают поры, подстилка удерживает влагу и замедляет движение воды. Но это не означает, что любой лес при любых условиях всегда увеличивает количество воды в реке. Деревья сами потребляют воду и возвращают её в атмосферу; при изменении типа леса или масштаба вырубки общий сток иногда меняется в разных направлениях. Значение имеют климат, почва, крутизна склонов, возраст леса, характер рубок и устройство дорог.

Вернёмся к нашему ручью. Дорога на склоне пересекает

естественные пути стока. Если вода с неё сразу направляется в канаву, а канава — прямо в ручей, после сильного дождя поток может быстро подняться и так же быстро упасть. Если вдобавок почва уплотнена техникой, ей труднее принять воду. Это не значит, что дорога непременно «виновата» в пересыхании. Это означает, что её водоотвод может быть одним из звеньев, которые стоит проверить.

Сезонный разлив на луг тоже не бесполезная помеха. В зависимости от местных условий вода может увлажнить почву, пополнить запасы в пойме, перенести питательные вещества и создать временные места для размножения водных организмов. Если русло углубили или пойму осушили, вода быстрее уходит вниз. Тогда во время ливня риск резкого подъёма уровня может вырасти, а позднее в сезоне почва окажется суше. Одна и та же вода становится то слишком быстрой, то недостаточной — в неподходящее время.

Углерод и питательные вещества: жизнь не исчезает бесследно

Растения поглощают углекислый газ в процессе фотосинтеза и превращают часть углерода в ткани. Когда опадают листья, отмирают корни или погибают деревья, органическое вещество разлагается. Углерод переходит в почву, возвращается в атмосферу при дыхании организмов и разложении, а часть надолго остаётся в древесине или почвенных запасах.

Лес поэтому нельзя описать одним словом — «поглотитель» или «источник» углерода. Его роль зависит от того,

сколько углерода накапливается в растениях и почве и сколько высвобождается при разложении, рубках, пожарах и других нарушениях. Болото, например, может удерживать большие запасы углерода во влажных почвах. Если его осушить, доступ кислорода к грунту меняется, и разложение может ускориться. Но конкретный результат зависит от условий участка.

Питательные элементы проходят свои циклы. Растения извлекают вещества из почвы, животные получают их с пищей, а после отмирания организмов микроорганизмы возвращают часть элементов в доступную форму. Азот может поступать в экосистему, в том числе благодаря деятельности некоторых микроорганизмов; фосфор во многом связан с горными породами, почвами и переносом частиц водой. Если избыточные количества удобрений смываются с полей, они могут попасть в ручей. В стоячем или медленно текущем водоёме избыток питательных веществ способен способствовать бурному росту водорослей, а при их разложении содержание кислорода в воде может снизиться. Но не всякое цветение воды вызвано одним и тем же веществом, и причины конкретного случая нужно исследовать.

В нашем водосборе перемены в почве меняют не только количество воды. Быстрый сток способен унести частицы земли и питательные вещества. Мутность ручья возрастает, дно заиливается, условия для водных организмов меняются. Если защитная растительность вдоль берега исчезла, солнце

сильнее нагревает мелкую воду. Так простая на вид перемена — вода перестала задерживаться на лугу — соединяет циклы воды, углерода и питательных веществ.

Обратные связи: когда перемены гасят себя, а когда разгоняются

В природе действуют обратные связи. Отрицательная обратная связь — не «плохая», а такая, которая ослабляет начальное изменение. Например, на открытом участке быстрее вырастает травянистый покров; он частично прикрывает почву и замедляет её размывание. Это может ослабить последствия нарушения, хотя не всегда полностью восстановит прежнее состояние.

Положительная обратная связь, наоборот, усиливает исходную перемену. Она тоже не обязательно «хорошая» или «плохая» сама по себе: важно, куда ведёт. Но именно усиливающие петли могут разгонять нежелательные изменения.

Представим, что засуха повторяется несколько лет. Почва сохнет, часть растений отмирает, тени становится меньше. Открытый грунт сильнее нагревается и быстрее теряет влагу. Растениям труднее восстановить покров, а риск пожара может возрасти. Пожар, в свою очередь, уничтожает часть растительности и высвобождает углерод. Это упрощённая цепочка, а не предсказание для любого леса: на реальный исход влияют тип растительности, погода, почвы, история пожаров и многие другие условия. Но она показывает, как один процесс может усиливать следующий.

Существуют и связи, которые сдерживают изменения, пока сохраняются нужные условия. Корни удерживают почву; влажная почва поддерживает растения; растительный покров защищает грунт от пересыхания и размыва. Если повреждение невелико и источник давления убран, эта связь помогает восстановлению. Если же почва уплотнена, гидрологический режим изменён, а повторные засухи не дают растениям вернуться, восстановительная способность ослабевает.

Для описания двух сторон устойчивости полезно разделять **сопротивляемость** и **восстановление**. Сопротивляемость — насколько мало система меняется под воздействием. Восстановление — насколько успешно она возвращает функции после перемены. Пойменный лес может сильно измениться во время паводка, то есть обладать невысокой сопротивляемостью к нему, но быстро восстановиться. Другой лес может выглядеть неизменным при небольших нарушениях, но после сильного пожара перейти в совсем иное состояние.

Где проходит граница

У природных систем нет универсальной красной черты, одинаковой для всех лесов, рек или болот. Но у них могут быть пороги — диапазоны условий, за которыми небольшое дополнительное воздействие приводит к непропорционально большой перемене. Например, озеро при накоплении питательных веществ иногда долго сохраняет сравнительно

прозрачную воду, а затем быстро становится мутным и заросшим. В водосборе глубокое русло и осушенная пойма могут перестать поддерживать прежний режим увлажнения. Переход не всегда происходит в один день, и порог редко можно точно увидеть заранее.

Особенно важно, что после перехода простого устранения первоначальной причины бывает недостаточно. Если русло углубилось, воде может уже не хватать пути обратно в пойму. Если исчезли источники семян, одного прекращения рубок мало для быстрого восстановления леса. Если почва потеряла структуру, возвращение прежнего водного режима требует времени и, возможно, активной помощи. Это называют зависимостью восстановления от предшествующего состояния: дорога назад не всегда совпадает с дорогой, по которой система ушла.

Отсюда следует практический вывод: ждать, пока ущерб станет бесспорным и зрелищным, рискованно. Надёжнее наблюдать за ранними признаками. В нашем водосборе это могут быть сроки и высота весеннего разлива, длительность летнего маловодья, мутность воды после ливней, влажность почвы, состояние береговой растительности и глубина воды в колодцах. Один замер мало что скажет. Важны повторные наблюдения, сезонные сравнения и понимание того, что происходило выше и ниже по течению.

«Петля взаимосвязей»: пять вопросов к перемене

Чтобы разбирать экологическую проблему не по прин-

ципу «кто виноват?», а по причинным связям, используйте пять звеньев.

1. Исходное воздействие. Что изменилось и где? Это может быть осушительная канава, вырубка, забор воды, удобрения, новая дорога, засуха или сочетание причин. Уточните масштаб и время: воздействие возникло разово или повторяется? Постарайтесь отделить наблюдение от предположения. «Ручей стал мелеть к августу» — наблюдение. «Его высушил новый участок дороги» — гипотеза, которую нужно проверять.

2. Реакция экосистемы. Какие процессы изменились дальше? Стала ли вода уходить быстрее? Изменилась ли влажность почвы, растительность на берегу, мутность после дождя? Выберите несколько показателей, которые можно измерять регулярно. Не обязательно начинать со сложной аппаратуры: полезны фотографии с одной и той же точки, записи уровня воды по датам, заметки о сроках разлива. Для оценки качества воды или точного установления причин могут потребоваться специалисты.

3. Обратная связь. Что теперь усиливает перемену, а что может её сдерживать? Например: «меньше растительности — больше размыв почвы — хуже условия для восстановления растительности» — возможная усиливающая петля. А «восстановление прибрежной полосы — меньше размыв — лучше условия для растений» — возможная сдерживающая. Нарисуйте стрелки между звеньями. Если цепочка не скла-

дывается, это не провал: возможно, не хватает данных или действует другой фактор.

4. Последствия для людей. Кто почувствует перемены и когда? Фермер может заметить нехватку влаги летом, жители — ухудшение водоснабжения, а люди ниже по течению — мутную воду после ливня. Последствия часто распределены неравномерно: выгоду от быстрого осушения получает один участок, а затраты несёт вся долина. Учитывайте и запаздывание: сегодняшнее решение может отразиться на колдце или пойме через несколько сезонов.

5. Возможность вмешательства. Что можно сделать, чтобы уменьшить давление и вернуть условия для восстановления? В зависимости от ситуации это может быть изменение водоотвода с дороги, сохранение прибрежной растительности, отказ от осушения ценной поймы, сокращение избыточного забора воды, восстановление заболоченного участка или более бережная работа с почвой. Не всякий ландшафт нужно «засаживать деревьями»: где-то важнее сохранить естественную открытую луговину или водно-болотное угодье. После вмешательства следует продолжать наблюдения и при необходимости менять план.

Примените эту петлю к ручью. Что именно перестало работать: сезонный разлив, пополнение грунтовых вод, затенение берега? Как это измерить? Есть ли признаки, что изменения ускоряются? Какие действия уменьшат нагрузку, а какие просто перенесут проблему вниз по течению? Ответы

помогут отличить устойчивое использование от приближения к опасной границе.

Короткая проверка перед новым проектом тоже может многое прояснить: **сохраняются ли ключевые функции ландшафта; успевает ли система восстанавливаться между воздействиями; наблюдаем ли мы ухудшение показателей несколько сезонов подряд; известно ли, кто понесёт последствия, если наши расчёты окажутся неверными?** Если ответов нет, разумно действовать осторожнее, а не считать неопределённость доказательством безопасности.

Живая планета не удерживает один и тот же рисунок навсегда. Она меняется, восстанавливается, перестраивает связи. Но способность к восстановлению не безгранична: циклы могут сглаживать нарушения, а могут передавать их дальше и усиливать. Поэтому забота о природе — не попытка заморозить мир в прежнем состоянии. Это умение замечать связи, не перегружать их и вмешиваться до того, как система потеряет возможность вернуться.

Когда весенний ручей снова выйдет на луг, это будет не просто красивый эпизод. Это знак того, что вода задержалась в ландшафте, почва получила влагу, а у людей ниже по течению осталось больше шансов встретить сухое лето без неприятных сюрпризов. Но за такими признаками стоят живые сообщества — от корней и почвенных организмов до рыб, насекомых и птиц. Их разнообразие помогает экосисте-

мам сохранять функции, и цена его утраты станет следующей темой нашего разговора.

Исчезающая жизнь: биоразнообразие и цена его утраты

В начале июня луг ещё не выглядит тревожным. Трава зеленеет, над цветами кружат бабочки, на краю поля шумит ручей. Но стоит задержаться и прислушаться — и становится заметно, чего не хватает: привычного гула насекомых. Не тишины как таковой, а одной из её прежних нот.

Представьте старое поле на северо-востоке США. Здесь когда-то можно было встретить ржавопятнистого шмеля — крупного, мохнатого, с рыжеватым пятном на тёмном брюшке. Для него это поле было не просто красивым пейзажем. Здесь матка могла найти весенние цветы, затем устроить гнездо в подземной норе, а молодые шмели — собирать пыльцу и нектар в течение сезона. Сегодня этот вид исчез из значительной части своего исторического ареала. По оценкам Службы охраны рыбных ресурсов и дикой природы США, его ареал сократился примерно на 87%; в 2017 году шмель получил в США статус вида, находящегося под угрозой исчезновения.

Ни один конкретный луг не объясняет всю эту историю. И исчезновение шмеля нельзя свести к одной причине. Но через его судьбу удобно увидеть, как устроена утрата биоразнообразия: вид не выпадает из пустоты. Вместе с ним ме-

няются связи между растениями, почвой, погодой, другими животными и людьми.

Когда исчезновение уже началось

Мы часто представляем вымирание как последнюю драматическую сцену: на планете осталась одна особь, она исчезла — и вид стал прошлым. В природе тревожный процесс обычно начинается гораздо раньше. Сначала сокращаются численность и ареал, популяции становятся разобщёнными, исчезают из привычных мест. Вид ещё существует — возможно, даже довольно многочисленен где-то в одном уголке, — но его роль в экосистеме уже ослабевает.

У шмеля короткая жизнь колонии, но длинная цепочка условий, от которых зависит её появление. Зимуют не целые семьи, а оплодотворённые матки. Весной каждая должна найти пищу, место для гнезда и достаточно спокойный участок, чтобы основать новую колонию. Рабочие шмели опыляют растения и кормят личинок; к концу сезона появляются новые матки, которым предстоит пережить зиму. Если в нужный момент нет цветов, если гнездо разрушает обработка почвы или если от цветка до цветка теперь лежит слишком широкий разрыв, цепочка может оборваться.

Так выглядит важное правило: вид зависит не от одного «идеального уголка», а от последовательности ресурсов во времени и пространстве. Нужны места для кормления, гнездования и зимовки. Причём не когда-нибудь, а в определённой очередности. Луг, покрытый цветами в июле, не заменит

весеннего корма. А посадка нескольких клумб не компенсирует исчезновение целой сети подходящих мест обитания.

Построим сеть зависимостей

Попробуйте мысленно поместить шмеля в центр листа. Вокруг него нарисуйте четыре круга.

В первом запишите, что помогает ему жить: разнообразные цветы, где есть пыльца и нектар в разные месяцы; участки почвы и подземные полости для гнезда; места, где матки могут безопасно пережить зиму. Добавьте связующие элементы — живые изгороди, обочины, луга, небольшие цветущие островки, позволяющие перемещаться между крупными участками.

Во втором круге отметьте, какую роль шмель играет сам. Он переносит пыльцу между цветками и участвует в размножении растений. Шмели способны опылять некоторые цветки особым способом — вибрацией, или «жужжащим опылением». Но его жизнь важна не только как услуга для растений или человека: это самостоятельный участник сообщества, часть сложной истории эволюции и связей, которые не обязаны оправдывать своё существование нашей пользой.

Третий круг — угрозы. Фрагментация местообитаний, частое скашивание, гербициды и инсектициды, нехватка цветов в отдельные периоды сезона, болезни, жара и засухи. В четвёртом отметьте, что можно изменить: сохранить цветущий участок, уменьшить применение химикатов, оставить часть земли нескошенной, соединить разобщённые место-

обитания, вести наблюдения.

Такую карту можно нарисовать для лягушки, рыбы, степной птицы или дикого растения. Она помогает увидеть, что вопрос «сколько осталось особей?» необходим, но недостаточен. Следом идут вопросы: где они живут, чем питаются, с кем взаимодействуют и что должно произойти в ближайший сезон, чтобы популяция воспроизвелась?

Пять причин, которые редко приходят по одной

Учёные выделяют несколько главных прямых причин сокращения видов: изменение и уничтожение местообитаний, прямое изъятие организмов, загрязнение, распространение инвазивных видов и изменение климата. Это не пять отдельных ящиков. Чаще они действуют одновременно и усиливают друг друга.

Первой часто становится потеря места. Луга превращаются в поля или застраиваются, болота осушаются, старые леса сменяются однообразными насаждениями. Даже если часть территории остаётся нетронутой, её могут разрезать дороги, ограды, линии застройки и большие участки монокультур. Для шмеля открытое пространство само по себе не обязательно враждебно; беда в том, что цветущий луг может превратиться в газон, который регулярно косят, а соседняя обочина — исчезнуть под застройкой. Между пригодными участками возникают пустые промежутки. Чем меньше популяции и чем дальше они друг от друга, тем труднее им восстанавливаться после неудачного сезона.

Вторая причина — загрязнение. В истории опылителей особое внимание уделяется пестицидам. Их воздействие зависит от вещества, дозы, времени и способа применения. Для насекомого опасно не только непосредственное отравление: некоторые вещества могут влиять на ориентацию, поиск корма или размножение. Загрязнение может действовать и косвенно — например, когда гербициды уничтожают цветущие растения, оставляя опылителям меньше пищи. Это не означает, что любое применение любого средства неизбежно губит все местные виды. Это означает, что риски нужно оценивать внимательно, а не считать невидимыми лишь потому, что последствия проявляются не сразу.

Прямое изъятие — сбор, охота и промысел — давит на многие виды. Для ржавопятнистого шмеля массовый отлов не считается главной установленной угрозой, и было бы неверно подгонять его историю под универсальную схему. Но для других организмов чрезмерная добыча становится решающей: рыбы не успевают воспроизводиться, растения исчезают из мест, где их собирают, животные теряют численность быстрее, чем популяции способны восстановиться. Важно спрашивать о причинах отдельно для каждого вида.

Инвазивные виды — это не просто все организмы, пришедшие из другого места. Так называют чужеродные виды, которые распространяются и причиняют вред экосистемам, экономике или здоровью. Они могут конкурировать за пищу

и пространство, поесть местные виды или переносить болезни. В некоторых случаях чужеродное растение даёт насекомым нектар, но при этом вытесняет многие местные растения и меняет весь набор доступной пищи. Для шмелей и других опылителей также обсуждаются риски, связанные с передачей возбудителей от коммерчески разводимых насекомых. Масштаб конкретного вклада может различаться, поэтому здесь нужны мониторинг и аккуратное регулирование, а не простые объяснения.

Изменение климата сдвигает привычные сроки и границы. Цветы могут распускаться раньше; опылители — появляться в обычное для них время; периоды жары и засухи — становиться тяжелее. Если эти ритмы разойдутся, пища окажется недоступной именно тогда, когда она нужна. Даже когда подходящий климатический пояс перемещается, вид не всегда может за ним последовать: путь перекрыт дорогами, городами и сельскохозяйственными территориями. Для отдельной популяции часто опасно не только потепление, но и сочетание потепления с уже раздробленным местообитанием.

Карта угроз ржавопятнистого шмеля не доказывает, что одна причина одинаково действует на все виды. Она показывает другое: несколько умеренных на первый взгляд ударов могут сложиться в один сильный. Сокращение цветов ослабляет колонию; малочисленная популяция хуже переносит экстремальную погоду; разрушенное местообитание за-

трудняет возвращение после неудачного года.

Биоразнообразие — это несколько измерений

Когда говорят о разнообразии жизни, легко вообразить длинный список видов. Но биоразнообразие имеет несколько взаимосвязанных уровней.

Генетическое разнообразие — это различия между особями одного вида. Благодаря им популяции могут не одинаково реагировать на засуху, болезни или смену условий. Когда остаётся мало изолированных особей, сокращается и набор генетических вариантов; возрастает риск близкородственного скрещивания и теряется возможность приспосабливаться.

Видовое разнообразие — не только число видов, но и их численность, распределение и связи друг с другом. Луг из двух десятков растений может быть менее устойчивым, чем луг, где соседствуют десятки видов с разными сроками цветения и корнями, добывающими воду на разной глубине. Разнообразие не гарантирует, что экосистема выдержит любой удар, но оно часто даёт ей больше путей для восстановления.

Разнообразие экосистем — это мозаика лесов, степей, рек, болот, побережий, городских зелёных пространств. У каждого местообитания свои условия и сообщества. Если исчезают целые типы экосистем, вместе с ними исчезают уникальные формы жизни и процессы, которые невозможно полностью перенести в другое место.

По оценке глобальной научной платформы IPBES, около миллиона видов находятся под угрозой исчезновения. Это не список из миллиона точно подсчитанных случаев: речь идёт о научной оценке, основанной на известных данных и масштабах угрозы. Но смысл ясен и без точности до последнего вида. Мы меняем живой мир быстрее, чем успеваем его описывать.

Что теряем вместе с видом

Опыление — один из наиболее понятных примеров связи между дикой природой и человеческой жизнью. Более 75% основных типов продовольственных культур в той или иной степени выигрывают от опыления животными, оценивает IPBES. Это не означает, что исчезновение опылителей лишит нас трёх четвертей всей пищи: многие важнейшие культуры, включая пшеницу и рис, опыляются ветром или самоопыляются. Но разнообразие рациона, плодоношение многих фруктов, ягод и овощей зависят от насекомых и других животных. Дикие опылители также могут дополнять работу медоносных пчёл, особенно там, где важны разные виды и разные условия погоды.

Другие связи менее заметны, но не менее важны. Птицы, летучие мыши, пауки и хищные насекомые поедают вредителей; разнообразные растительные сообщества удерживают почву корнями и дают место укрытиям и корму; водно-болотные угодья помогают замедлять потоки воды и поддерживать качество водной среды. Эти функции не распределены

между видами как аккуратные должности в офисе. Иногда несколько видов частично заменяют друг друга, иногда один вид делает то, чего другие не могут. Поэтому замена потерянного звена не всегда возможна — и не всегда заметна до момента, когда начинает меняться вся система.

Есть и ценность, которую не нужно переводить в урожайность, денежную сумму или услугу. Люди привязаны к местам и живым существам: к первому цветению, голосу птицы над рекой, рыбе, которую веками ловили в одной бухте, растениям, значимым для культуры и памяти общины. Местные и коренные знания часто сохраняют многопоколенческие наблюдения о сезонных изменениях, поведении животных и состоянии ландшафта. Научные измерения позволяют сравнивать данные по единым методикам, выявлять закономерности и проверять объяснения. Это разные источники знания, не взаимозаменяемые, но способные дополнять друг друга. Такое сотрудничество требует уважения, согласия и признания права сообществ распоряжаться своими знаниями.

От карты к действию

Если вы сделали карту зависимостей вида, отметьте рядом с каждым пунктом, насколько вы уверены в своих выводах: «наблюдал сам», «узнал из надёжного источника», «пока гипотеза». Затем нарисуйте на простой схеме своего района места, где вид может жить, и то, что их разделяет: дороги, застройку, ровно подстриженные газоны, обработанные

поля. Это упражнение не заменит полевое исследование, но поможет превратить расплывчатую тревогу в список вопросов и возможных действий.

Начинать стоит с сохранения того, что уже работает. Старое дерево, естественный луг, заболоченная низина или живая изгородь могут быть важнее новой декоративной посадки. Восстановление тоже требует не просто «больше зелени», а подходящего места и местных видов растений, которые обеспечивают пищу и укрытие в разные сезоны. В саду можно косить реже и не весь участок сразу, отказаться от ненужного применения инсектицидов, оставить часть земли без уборки до весны. Фрагментам местообитаний нужна связность — участки, между которыми животные и растения могут перемещаться, — а не только красивые изолированные островки.

На уровне хозяйств и муниципалитетов полезны мозаичное управление лугами, цветущие полосы, защита водоёмов, буферные зоны вдоль рек и более продуманное применение пестицидов. Это должно учитывать местную экологию: неверно выбранное растение или несвоевременное скашивание иногда приносят меньше пользы, чем кажется. Наблюдения тоже важны. Фиксируйте дату, место и увиденный вид, фотографируйте, если можете сделать это без вреда, и передавайте записи природоохранным проектам или местным специалистам. Любительские наблюдения не равны научному учёту, но при аккуратной фиксации помогают заметить,

где и когда происходят изменения.

И, наконец, защита вида редко ограничивается границей заповедника. Нужны решения о землепользовании, поддержка фермеров, сотрудничество с местными сообществами, научный мониторинг и правила, которые не позволяют краткосрочной выгоде безвозвратно уничтожить местообитание. Один цветник не спасёт популяцию, если вокруг исчезает весь ландшафт. Но и ландшафтная политика начинается с понимания того, что именно нужно живым существам.

Мы можем заметить исчезновение по одной тихой лужайке — по редким цветам, пустым гнёздам, отсутствию прежнего гула. Но ответ тоже складывается из звеньев: сохранить место, восстановить связи, уменьшить давление, наблюдать и принимать решения, пока популяция ещё способна вернуться. Биоразнообразие — не украшение природы и не склад полезных услуг. Это ткань отношений, частью которой мы сами являемся. Когда из неё выпадает звено, меняется не только пейзаж: меняются возможности всей живой системы выдерживать перемены.

Климат меняется: причины, последствия и пределы адаптации

В половине двенадцатого ночи в многоэтажном доме не остывают стены. Открытое окно приносит не прохладу, а тёплый воздух с улицы. На пятом этаже пожилая женщина лежит без сна: ей трудно дышать, а кондиционера нет. В квартире напротив работает сплит-система — там прохладно, но у жильцов уже несколько часов нет электричества. На окраине города курьер заканчивает смену под раскалённым солнцем; отказаться от заказа для него означает потерять деньги. Во дворе молодые деревья дают тень, а на соседней площади солнце нагревает асфальт так, что днём там почти невозможно стоять.

Это одна и та же жара. Но не один и тот же риск.

Климатическая опасность — лишь часть беды. Не меньше значат состояние здоровья, качество жилья, доступ к прохладному месту, работа городских служб и возможность попросить о помощи. Именно поэтому изменение климата — не только история о температуре на графике. Это проверка того, насколько наши дома, города, хозяйство и общественные связи готовы к новым условиям.

Погода — событие, климат — меняющиеся шансы

Погода отвечает на вопрос: что происходит сейчас? Кли-

мат — чего следует ожидать в течение многих лет и как часто будут повторяться разные погодные события. Один жаркий день не доказывает изменения климата, как одна холодная зима его не опровергает. Но климат меняет распределение вероятностей: одни события становятся чаще или интенсивнее, другие — реже. Представьте, что в игре с подгруженной костью выпадение шести не становится неизбежным, однако шансов на него становится больше.

Учёные не всегда могут сказать, что конкретная засуха, ливень или волна жары «вызваны» изменением климата. Для этого исследуют, насколько изменились вероятность и сила события в сравнении с климатом без значительного влияния человека. Например, анализ волны жары на северо-западе Тихоокеанского региона в 2021 году, проведённый группой World Weather Attribution, показал, что антропогенное потепление сделало подобную жару как минимум в 150 раз вероятнее. Это оценка для конкретного события с неизбежными научными оговорками, а не универсальное число для всех волн жары.

Важно различать четыре вещи: наблюдения за прошлым и настоящим, прогнозы на ближайшее время, модельные оценки будущего и сценарии. Сценарий — не обещание, что именно так и будет. Это условный ответ на вопрос: каким может стать климат, если выбросы будут сокращаться быстро, медленно или почти не будут сокращаться. Разброс оценок отражает как неопределённость будущих решений и

природной изменчивости, так и ограничения моделей. Он не означает, что опасности нет. Напротив, решения приходится принимать именно тогда, когда нельзя знать всё заранее.

Откуда берётся потепление

Земля всегда переживала естественные колебания климата: менялась активность Солнца, происходили крупные вулканические извержения, океан перераспределял тепло. Но наблюдаемое с середины XX века быстрое потепление объясняется прежде всего деятельностью человека. Сжигание угля, нефти и газа повышает концентрацию углекислого газа в атмосфере; сельское хозяйство, добыча топлива и отходы добавляют метан; удобрения и некоторые производственные процессы — закись азота. Вырубка и деградация лесов одновременно высвобождают накопленный углерод и ослабляют способность природных систем его поглощать.

Парниковые газы работают как прозрачное одеяло: солнечный свет в основном достигает поверхности, а часть тепла, которое Земля излучает обратно, задерживается в атмосфере. Сам по себе парниковый эффект необходим для жизни. Проблема — в его усилении из-за быстро растущей концентрации газов.

Особенно важен углекислый газ: его воздействие связано с общим количеством выбросов, накопившихся в атмосфере. Это похоже не на кран, который можно закрыть и тут же осушить переполненную раковину, а на наполнение большого резервуара. Сокращение выбросов замедляет его заполне-

ние; чтобы остановить дальнейшее нарастание потепления от CO_2 , человечеству нужно достичь баланса между выбросами и поглощением, то есть чистых нулевых выбросов. Изменение температуры при этом не прекращает мгновенно все перемены: океан продолжит реагировать на накопленное тепло, а некоторые последствия, например подъём уровня моря, будут разворачиваться долго.

По оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата, средняя температура поверхности Земли в 2011–2020 годах была примерно на $1,1^\circ\text{C}$ выше, чем в 1850–1900 годах. Это глобальное среднее: оно не означает, что каждый регион потеплел ровно на такую величину или что каждый день стал теплее на градус. Над сушей потепление в целом сильнее, чем над океаном; в Арктике оно особенно заметно. Отдельный рекордный год может оказаться выше долгосрочного уровня под влиянием естественных колебаний, но один год не заменяет десятилетних наблюдений.

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.