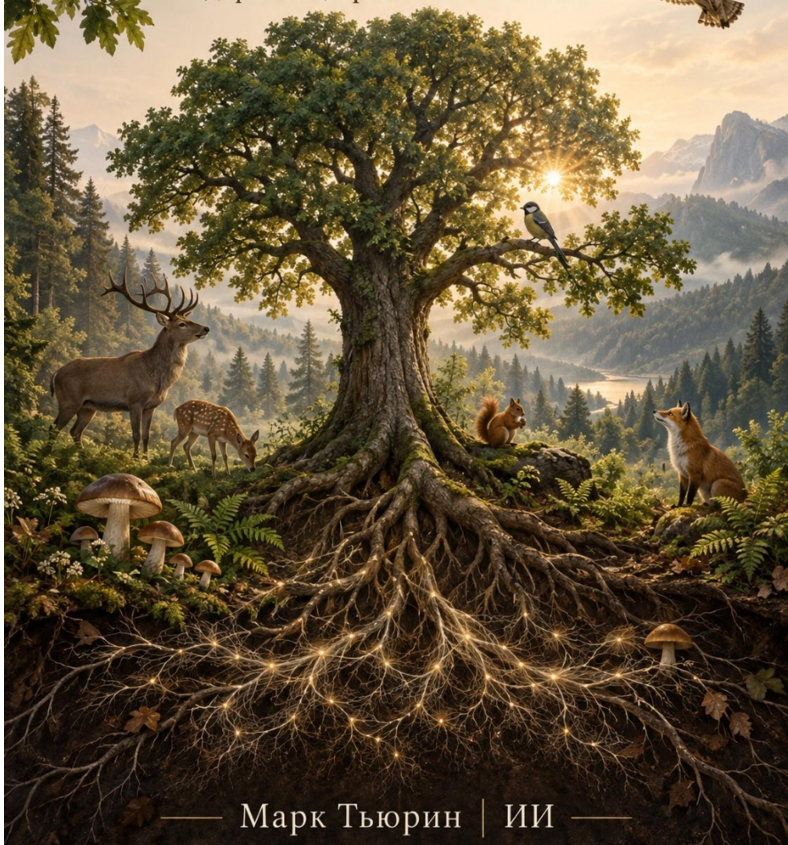


Мудрость леса

Чему нас учит взаимосвязь
деревьев, грибов и животных



— Марк Тьюрин | ИИ —

Марк Тьюрин

Мудрость леса: Чему

нас учит взаимосвязь

деревьев, грибов и животных

<https://litres.ru/74451379>

SelfPub; 2026

Аннотация

Лес — не собрание отдельных деревьев, а живая сеть, где корни и грибы обмениваются ресурсами, животные разносят семена, хищники сдерживают рост, а разрушители возвращают вещества в почву. Эта книга приглашает увидеть невидимые связи: понять, куда уходит углерод дерева, как соседство приносит и помощь, и конкуренцию, почему засуха, болезнь, пожар или вырубка меняют весь ландшафт — и кто приходит первым после потрясений. От путешествия семени до истории старой сосны, от лесной опушки до городского сада автор учит читать природу внимательнее и принимать решения, не видя всей сети целиком. Это вдохновляющее размышление о границах, ответственности и жизни рядом с природой, а не поверх неё.

Книга создана с помощью ИИ. Обложка: GPT Image -
Лицензия

Содержание

Лес начинается с отношений	4
Почему дерево не бывает одиноким	23
Подземная жизнь, которую не видно	46
Кто кого кормит	72
Грибы: союзники, переработчики и конкуренты	90
Конец ознакомительного фрагмента.	111

Марк Тьюрин

Мудрость леса: Чему нас учит взаимосвязь деревьев, грибов и животных

Лес начинается с отношений

Сергей поставил сапог на влажную кору и сказал:

— Уберём сегодня. Дерево перегородило проход, под ним всё гниёт, а после дождя здесь вообще не пройти.

Поваленная берёза лежала поперёк старой лесной дороги на северо-западе России. Белый ствол с одной стороны уже потемнел, тонкие ветви впились в мох, а корневая плита вывортила из земли ком влажной почвы. Между корнями блеснула вода. На коре темнели пятна, в трещинах шевелились мелкие насекомые.

Анна не спорила. Она лишь подняла руку, останавливая Сергея, который уже потянулся к инструменту.

— Дай нам десять минут ничего не делать.

— С деревом или с нами?

— С деревом. С вами как раз придётся поработать.

Лида рассмеялась и раскрыла блокнот. Впервые она при-

шла на участок не просто гулять, а вести наблюдения вместе с Анной. На первой странице крупно написала дату, место и название объекта: «Поваленная берёза».

— А что записывать? — спросила она. — Что дерево упало?

— Это уже записано, — ответила Анна. — Теперь запиши то, что можно увидеть, услышать или ощутить. Без объяснений.

Лида посмотрела на ствол.

— Кора мокрая. Под корнями вода. На нижней стороне мох. Есть дырки.

— Хорошо. Ещё?

— Почва поднята вместе с корнями. Вокруг темнее, чем на дороге. На ветке сидела птица, но она улетела.

Сергей оглядел место и пожал плечами:

— Вы описываете обычное упавшее дерево.

— Пока да, — сказала Анна. — Но «обычное» не означает «простое».

С этого начинается полевой взгляд, который понадобится нам на протяжении всей книги. Мы не станем сначала перечислять деревья, потом грибы, затем птиц и отдельно животных. Сперва попробуем увидеть, что проходит между ними: вода, свет, тепло, питательные вещества, укрытия, пища, семена, следы деятельности и последствия человеческих решений.

Поваленное дерево

Первое искушение — принять дерево за отдельный предмет. Пока оно стоит, кажется, что всё понятно: есть ствол, крона и корни. Когда дерево падает, мы называем его препятствием, дровами или мусором. В каждом из этих названий есть доля правды, но ни одно не описывает происходящее целиком.

Сергей смотрел на дерево как человек, отвечающий за порядок и безопасность. Его вопрос был вполне законным: можно ли оставить ствол на проходе, не создаст ли он опасности для людей, не начнёт ли разрушаться дорога? Анна видела тот же ствол глазами эколога-натуралиста: что теперь происходит с почвой, влагой, грибами и животными? Лида ещё не умела выбирать между этими перспективами и потому задавала самые полезные вопросы.

— Если дерево умерло, оно ведь больше не растёт? — спросила она.

— Ствол не растёт, — сказала Анна. — Но он не перестаёт участвовать в жизни участка.

Она присела у корневой плиты, не касаясь её руками.

— Посмотри на землю. До падения корни удерживали этот кусок почвы. Теперь часть грунта поднялась, а часть осыпалась. Здесь образовалась неровность, где может задерживаться вода. В одном месте стало светлее, потому что крона больше не закрывает небо. В другом появилась тень от самого ствола. Всё это уже меняет условия для растений, почвы и мелких животных.

— Значит, дерево продолжает что-то делать? — спросила Лида.

— Точнее сказать: его присутствие по-прежнему меняет условия для других.

Это различие не формальное. Лес состоит не только из организмов, которые «помогают» друг другу. Каждый организм одновременно меняет окружающую среду. Дерево задерживает снег и дождь, забирает воду из почвы, отбрасывает тень, выделяет вещества через корни и листья, служит пищей для одних существ и укрытием для других. После падения одни воздействия исчезают, другие возникают.

Например, стоящее дерево конкурирует с соседними растениями за свет и воду. Поваленный ствол больше не затеняет молодые ели, но может закрыть им путь к свету на уровне почвы. Разорванные корни открывают грунт для эрозии, но одновременно создают углубление, где задерживается влага. Для одних видов падение означает потерю укрытия, для других — появление нового убежища.

Здесь нет единой оценки — «хорошо» или «плохо». Есть изменение условий, а дальше нужно спросить: для кого, на какой срок и в каком месте?

Первый сбой: мёртвое не значит пустое

Лида обошла ствол с другой стороны и увидела под корой ряд маленьких отверстий. Рядом лежала мелкая буровая мука — смесь древесных частиц и выделений насекомых.

— Значит, здесь живут жуки?

— Возможно, — ответила Анна.

— Но ты же видишь дырки.

— Я вижу следы деятельности насекомых. Это не то же самое, что увидеть конкретный вид жука.

Сергей наклонился к стволу:

— Какая разница? Если в дереве насекомые, значит, дерево уже испорчено.

— Испорчено для чего? — спросила Анна.

Сергей промолчал.

Для строительного материала древесина с ходами насекомых действительно теряет часть своих свойств. Для леса такие ходы могут быть признаком процесса, который возвращает вещество в почву. Насекомые прокладывают ходы, измельчают древесину, переносят споры грибов, сами становятся добычей птиц и хищных насекомых. Их присутствие не означает, что дерево «нужно» им в каком-то заранее установленном смысле. Они используют доступный ресурс, а затем меняют его для следующих участников.

Древесина постепенно становится частью цепи разложения. Грибы и бактерии расщепляют сложные соединения, из которых состоит дерево. Мелкие беспозвоночные проделывают в коре и древесине ходы, измельчают остатки и перемешивают их с почвой. Влага ускоряет одни процессы и замедляет другие. Важны также температура, освещённость и положение ствола.

Слово «разложение» часто звучит как обозначение конца.

В лесу это скорее переход. Углерод из древесины постепенно возвращается в атмосферу и почву, минеральные вещества становятся доступнее растениям, меняется структура грунта. Часть органического вещества может сохраняться годами, особенно в прохладной и влажной среде. Поваленный ствол не исчезает сразу: он проходит через несколько состояний, и каждое из них создаёт свои условия.

Анна провела пальцем по воздуху над корой, не касаясь её.

— Вот здесь мы можем записать: «На нижней стороне ствола влажно, обнаружены отверстия и древесная мука». А рядом: «Возможная связь — насекомые используют древесину, а птицы могут искать здесь корм». Но вторую запись нужно пометить как гипотезу.

— Даже если птица прилетела прямо сейчас? — уточнила Лида.

— Да. Мы видели птицу возле дерева, но не видели, чем она занималась. Она могла искать личинку, а могла просто присесть на ветку. Наблюдение — одно. Объяснение — другое.

Это правило пригодится не только в лесу. Если ребёнок долго сидит в телефоне, мы видим действие, но не знаем его причины. Если сотрудник молчит на совещании, молчание не доказывает ни согласия, ни недовольства. Если на дачном участке исчезли птицы, нельзя сразу обвинять кошку, вырубку или соседский участок. Сначала нужно отделить след

от рассказа, который мы к нему пристроили.

В лесу такая дисциплина особенно полезна: здесь одновременно происходит слишком много процессов, и наблюдатель легко выдаёт знакомое объяснение за факт.

Второй сбой: рядом не значит связано

Лида записала птицу, отверстия и мох. Затем заметила на стволе несколько белых плодовых тел грибов.

— А грибы разрушают дерево?

— Некоторые участвуют в разложении древесины, — сказала Анна. — Но по одному виду плодового тела нельзя уверенно сказать, что именно сейчас происходит внутри ствола.

— А этот гриб помогает насекомым?

— Может помогать косвенно. Гриб изменяет древесину, и насекомые получают другой материал для питания или укрытия. Но слово «помогает» здесь слишком человеческое. Гриб не ставит себе задачу накормить жука.

Грибы в лесу занимают разные места в потоках вещества. Одни разрушают мёртвую древесину, другие получают питательные вещества от живых растений, третьи паразитируют на них, четвёртые используют материал, уже изменённый другими организмами. Их нити могут соединяться с корнями деревьев и влиять на получение воды и минеральных веществ. Такие связи зависят от вида, почвы, сезона, доступности ресурсов и состояния растения.

Поэтому формула «грибы всегда помогают деревьям» так же неточна, как формула «грибы всегда вредят деревьям».

В лесу встречаются сотрудничество, конкуренция, паразитирование и случайное соседство. Иногда один организм создаёт условия, которыми пользуется другой, не вступая с ним в прямой контакт.

Анна показала на участок почвы рядом с корнями.

— Представим, что гриб разложил часть древесины. Это прямое взаимодействие между грибом и стволом. Но дальше появляются косвенные связи. Разложившаяся древесина меняет почву. Почва влияет на травы и молодые деревья. Растительность меняет укрытия для насекомых. Насекомые становятся кормом для птиц. Птицы разносят семена или регулируют численность других насекомых.

— Получается, птица связана с деревом, даже если не сидит на нём? — спросила Лида.

— Может быть. Но нужно показать цепочку, а не просто поставить рядом два названия.

В этом и состоит отличие перечня от карты. Перечень сообщает: в этом месте есть берёза, гриб, жук и птица. Карта задаёт другой вопрос: что изменяет берёза, кто пользуется этими изменениями, какие вещества и сигналы перемещаются дальше?

Полезно различать прямые и косвенные зависимости.

Прямая зависимость видна без длинной цепочки. Насекомое питается древесиной. Гриб растёт на мёртвом стволе. Птица вытаскивает личинку из-под коры. Корни берёзы забирают воду из почвы.

Косвенная зависимость проходит через изменение условий. Поваленное дерево удерживает влагу, влажная почва поддерживает гриб, гриб изменяет древесину, изменённая древесина становится пригодной для других насекомых, а насекомые привлекают птиц. В такой цепочке каждый следующий шаг может зависеть не только от предыдущего звена, но и от температуры, дождя, соседних растений и вмешательства человека.

Косвенная связь не менее реальна, чем прямая, но её труднее заметить и легче преувеличить. Поэтому в дневнике лучше писать не «птица зависит от дерева», а «птица замечена рядом с деревом; возможный корм находится под корой; требуется повторное наблюдение».

Человек в карте

Сергей всё это время стоял, опираясь на инструмент, и слушал с выражением человека, который пока не согласился, но уже перестал торопиться.

— Допустим, дерево действительно связано с почвой, насекомыми и птицами. Но проход всё равно нужно расчистить. Что теперь, оставлять каждое упавшее дерево на месте?

— Нет, — ответила Анна. — Нужно добавить в карту человека.

Она попросила Лиду записать ещё одну строку: «Люди проходят по дороге, дерево мешает движению». Это была такая же экологическая связь, как и остальные, только с дру-

гим участником.

Человек меняет лес не только вырубкой или строительством. Он убирает валежник, вытаптывает мох, осушает канаву, переносит семена на обуви, оставляет пищевые отходы, прокладывает тропы, освещает участок, привозит технику. Иногда вмешательство оправдано: нужно убрать опасный ствол над местом прохода, освободить проезд для служб, предотвратить повреждение имущества. Иногда человек действует по привычке, называя беспорядком всё, что не похоже на ухоженный парк.

Одно и то же дерево можно убрать полностью, распилить и оставить части в стороне, отвести тропу или обозначить участок как временно опасный. Экологический результат у этих решений будет разным.

Сергей посмотрел на корневую плиту.

— Если распилить ствол и оттащить его на край, мы сохраним хотя бы часть связей?

— Возможно. Но сначала нужно понять, какие именно связи есть здесь. И не забыть о безопасности. Поднятый корень может осесть, ствол способен перекатиться, натянутые ветви опасны. Наблюдать можно только с безопасного расстояния.

Они отошли на несколько шагов и посмотрели на дерево целиком. С расстояния стали видны детали, которые терялись вблизи: ствол лежал поперёк небольшого понижения, его ветви частично перекрывали ручеёк, а под корневой пли-

той образовался тёмный карман. Вокруг росли молодые ели, но с одной стороны их пригибали ветви.

— Здесь не просто дерево на дороге, — сказал Сергей. — Оно ещё и меняет движение воды.

— Вот теперь у нас появился новый вопрос, — сказала Анна. — Что произойдёт после уборки?

Вода и вещество не исчезают, когда мы перемещаем предмет

Лес можно представить как место, где непрерывно движутся потоки. Солнечный свет превращается в энергию, запасённую в листьях и древесине. Растения используют воду и минеральные вещества из почвы. Животные получают энергию, питаясь растениями или друг другом. Грибы и бактерии возвращают часть веществ в почву и атмосферу. Вода просачивается, задерживается во мху, испаряется с листьев, течёт по углублениям и снова выпадает с осадками.

Поваленное дерево вмешалось сразу в несколько потоков. Оно задержало воду на её пути, прикрыло почву от прямого дождя, создало влажную тень и перекрыло часть прохода. Если его убрать, вода может начать идти по-другому, а открытая почва быстрее просохнет или будет размита. На освободившемся месте станет больше света. Одни растения получают преимущество, другие потеряют укрытие.

Сергей кивнул:

— То есть уборка — это не просто перенос тяжёлого предмета.

— Любое действие с предметом в лесу может быть действием с потоками, — ответила Анна. — Вопрос только в масштабе.

Не нужно превращать это наблюдение в запрет на любое вмешательство. Лесные участки используются людьми, и безопасность имеет вес. Но решение становится разумнее, когда мы видим его последствия хотя бы на несколько шагов вперёд.

В тот день Сергей решил не пилить берёзу поперёк дороги сразу. Они измерили, насколько она перекрывает проход, отметили, где находится ручей, и договорились вернуться после дождя. Если ствол начнёт подмываться и станет опаснее, его уберут с учётом расположения воды и почвы. Если проход можно будет безопасно обойти, часть древесины оставят рядом, чтобы не вывозить материал с участка полностью.

Анна не называла это компромиссом между человеком и лесом. Человек уже находился внутри системы. Его решение было ещё одной связью, которую нужно было записать.

Первая карта полевых связей

На обратном пути Лида разложила блокнот на капоте машины и попросила всех назвать по одной связи. Сергей сначала предложил записать только «дерево мешает дороге», но затем добавил: «ствол задерживает воду». Анна уточнила формулировки. Так появилась первая карта.

Поваленная берёза. Наблюдение: ствол лежит во влажном понижении. Возможная связь: задерживает часть воды и со-

здаёт влажную тень. Уверенность высокая.

Почва. Наблюдение: корневая плита поднята, грунт осыпался. Возможная связь: изменились рельеф, дренаж и устойчивость поверхности. Уверенность высокая.

Грибы. Наблюдение: на нижней стороне ствола видны плодовые тела. Возможная связь: грибы участвуют в разложении древесины. Уверенность средняя.

Насекомые. Наблюдение: под корой есть отверстия и древесная мука. Возможная связь: насекомые используют древесину или уже изменённые участки ствола. Уверенность средняя.

Птицы. Наблюдение: птица замечена на ветке, под корой есть ходы. Возможная связь: птица, возможно, ищет корм; требуется повторное наблюдение. Уверенность низкая.

Молодые ели. Наблюдение: часть побегов прикрыта ветвями, рядом стало светлее. Возможная связь: изменился доступ к свету и пространству для роста. Уверенность средняя.

Человек. Наблюдение: ствол перекрывает дорогу. Возможная связь: возникает необходимость выбрать между уборкой и обходом. Уверенность высокая.

Карта не обязана быть полной. Её назначение — показать, где мы уже видим связь, а где только предполагаем её. Если в каждой строке появляется слово «возможно», это не недостаток наблюдения, а честная отметка границы знания.

Полезно добавлять к связям глаголы. Не просто «дерево — насекомые», а «древесина кормит», «кора укрывает»,

«влага поддерживает», «насекомые изменяют», «птица добывает», «человек убирает». Глагол заставляет спросить, что именно происходит между участниками.

Иногда выясняется, что связи нет. Лида записала птицу рядом с берёзой, но при повторном посещении птица оказалась на соседней ели и не проявила интереса к стволу. Первоначальная гипотеза не подтвердилась. Это не провал, а результат: карта стала точнее.

Как говорить, когда объяснение ещё не готово

У лесных наблюдений есть особый соблазн: быстро назвать причину и почувствовать, что всё стало понятным. Анна предлагала заменять готовые фразы короткими репликами, которые сохраняют любопытство.

Вместо «дерево сгнило из-за грибов» лучше сказать: «На стволе есть признаки разложения. Какие организмы участвуют в процессе, пока не установлено».

Вместо «птицы прилетают сюда за жуками» — «Птица замечена у ствола, под корой есть ходы насекомых. Нужно проверить, повторяется ли такое поведение».

Вместо «мох любит влажные места» — «Мох растёт на нижней стороне ствола, где дольше сохраняется влага. Сравним его с сухой верхней стороной».

Вместо «если убрать дерево, лесу станет хуже» — «После уборки изменятся свет, влажность, укрытия и движение людей. Нужно определить, какие последствия здесь вероятны и какие можно наблюдать».

Наконец, вместо «все организмы в лесу помогают друг другу» точнее сказать: «Организмы связаны, но характер связей различен: одни конкурируют, другие питаются, третьи создают укрытия, четвёртые используют случайно возникшие условия».

Эти формулировки подходят и для разных жизненных ситуаций.

Сергей применял их в работе. Раньше он говорил: «На участке беспорядок, надо чистить». Теперь уточнял: «Какие деревья опасны, какие лежат вне прохода, где уборка изменит сток воды?» Решения не стали медленнее, зато перестали быть одинаковыми для всех мест.

Лида использовала тот же принцип в школе. Возле школьного двора дети заметили, что на одном участке газона почти нет насекомых, а у зарослей кустарника часто появляются птицы. Вместо вывода «птицы любят кусты» она записала: «Кусты дают укрытия; рядом есть цветущие растения; необходимо проверить, какие насекомые встречаются на обоих участках». На следующем наблюдении выяснилось, что птицы прилетали не только к кустам, но и к лужам после дождя.

На дачном участке этот подход помогает разбирать спор о «чистоте». Один человек хочет убрать опавшие листья под каждым деревом, другой предлагает оставить их. Вместо вопроса «кто прав?» можно спросить: где листья удерживают влагу, где закрывают проход, где под ними уже идёт разложение, а где они слежались и мешают траве? Один и тот же

материал может быть полезен в одном месте и неудобен в другом.

Дневник полевых связей

Анна предложила Лиде не вести отдельные страницы для деревьев, грибов и птиц. Она завела один дневник, где каждый объект помещался в сеть наблюдений. Этот формат мы будем использовать дальше.

Каждую запись можно строить так: дата и время; место; объект или участок; наблюдаемый процесс; факты без объяснений; возможные связи; степень уверенности; следующий вопрос.

Пример записи Лиды выглядел так:

«18 апреля, 11:20. Лесная дорога, влажное понижение. Поваленная берёза. Нижняя сторона ствола мокрая, на коре три белых плодовых тела, под корой отверстия, рядом древесная мука. Корневая плита подняла ком почвы, под ней темнее и влажнее, чем на дороге. Возможные связи: гриб участвует в изменении древесины; насекомые используют кору или древесину; корневая плита изменила движение воды; птица может искать корм под корой. Уверенность: высокая для наблюдений о влаге и корнях, средняя для процесса разложения, низкая для связи с птицей. Следующий вопрос: какие изменения будут заметны после дождя и после перемещения ствола?»

Такой дневник защищает от двух ошибок. Первая — сухой перечень, где есть названия, но нет процессов. Вторая —

слишком уверенная история, в которой каждое совпадение объявляется доказанной связью.

Степень уверенности удобно делить на три уровня.

Высокая — вы наблюдали действие непосредственно или оно следует из нескольких ясных признаков. Например, ствол действительно перекрывает дорогу, а корневая плита подняла почву.

Средняя — объяснение правдоподобно, но возможны и другие варианты. Отверстия могут быть связаны с насекомыми, однако точный вид и причина пока неизвестны.

Низкая — есть только соседство или единичный случай. Птица сидела на ветке, но её намерение не установлено.

После каждого посещения нужно добавлять не новый набор названий, а изменения: стало суше или влажнее, появились ли новые следы, изменилось ли освещение, исчезли ли насекомые, выросли ли травы, сместился ли ствол. Связь становится видимой во времени.

Короткая практика на участке

Попробуйте провести двадцатиминутное наблюдение возле поваленного дерева, крупной ветви или старого пня. Если объект лежит на дороге, рядом с водой или выглядит неустойчивым, не подходите близко и не перемещайте его. Для первого упражнения достаточно места, которое можно осмотреть с безопасного расстояния.

Сначала в течение трёх минут запишите десять фактов, избегая слов «потому что», «поэтому», «значит» и «навер-

ное». Например: «на северной стороне ствола темнее», «под ветвью влажная почва», «на коре два отверстия», «рядом растёт молодая ель».

Затем выберите три факта и превратите их в описания процессов. Не «мокрый мох», а «мох сохраняет влагу на затенённой стороне». Не «грязь под корнями», а «при падении корней часть почвы поднялась и осыпалась».

После этого нарисуйте пять или семь узлов: дерево, почва, вода, грибы, насекомые, птицы, человек. Соедините только те пары, для которых можете подобрать глагол. Рядом с каждой связью поставьте отметку уверенности.

Проверьте карту тремя вопросами.

Что здесь движется? Это может быть вода, свет, тепло, древесное вещество, семена, минеральные соединения или животное.

Кто изменяет условия для кого? Ответ не обязан быть направлен только от крупного к мелкому. Насекомые меняют древесину, древесина меняет почву, почва влияет на растения, растения меняют укрытия для животных.

Что изменится, если один узел убрать? Не нужно сразу придумывать катастрофу. Запишите два возможных последствия и один вопрос, который позволит проверить хотя бы одно из них.

В конце вернитесь к первой записи и вычеркните всё, что оказалось догадкой без основания. Это упражнение кажется простым, но именно оно меняет способ смотреть. Вы на-

чинаете замечать не только присутствие организма, но и его действие.

Сергей в тот день так и не сказал, что передумал. Он просто убрал инструмент в машину и предложил сначала обозначить обходной путь. Через неделю после дождя они вернулись. Вода действительно пошла вдоль ствола, под корневой плитой образовалась маленькая лужа, а на влажной коре появились новые следы слизи. Птиц рядом не было. Гипотеза о птице осталась неподтверждённой, а связь дерева с водой стала очевиднее.

Лида добавила в дневник ещё одну фразу: «Объект оказался не тем, чем казался сначала».

Это не означает, что лес скрывает тайный замысел или действует как единый разумный организм. В нём много случайностей, конфликтов и потерь. Дерево может затенять соседа, гриб — использовать живую ткань, насекомое — повреждать растение, птица — уничтожать насекомых, а человек — разрушать одну связь и создавать другую. Сетевой взгляд не превращает лес в идиллию. Он делает картину точнее.

Дальше мы будем спрашивать не только, какие виды встречаются рядом, но и какие потоки проходят через них. Следующий шаг — рассмотреть дерево, которое мы привыкли видеть отдельным существом, и проследить, сколько отношений поддерживают его жизнь ещё до того, как оно упадёт.

Почему дерево не бывает одиноким

Научившись читать лес как сеть потоков и зависимостей, легко сделать следующий шаг: выбрать один объект и попытаться рассмотреть его отдельно. Самый заметный ствол кажется удобной точкой отсчёта. Его можно измерить, сфотографировать, определить по коре и листьям. Но объяснение его состояния становится точнее только тогда, когда в поле зрения появляются почва, соседние растения, грибы, животные, вода, свет и следы человеческого ухода.

Представьте участок леса, парка или старого сада. Взгляд почти сразу цепляется за самый высокий ствол. Он толще остальных, его крона заметнее, вокруг него будто выстроено пространство. Если описать дерево одним предложением, получится примерно так: «Большая берёза растёт на открытом месте». В этой фразе есть наблюдение, но почти нет самого дерева. Не видны корневая зона, условия освещения, возраст, соседство, трещины в коре, дупла, валежник и организмы, которые используют ствол как опору, убежище или источник пищи.

Попробуем составить не красивый портрет, а полевой паспорт. Его задача не в том, чтобы дать дереву имя и оценку. Паспорт должен показать, какие отношения поддержива-

ет дерево и какие отношения формируют его состояние.

Мифы, из-за которых дерево кажется одиночным

Миф первый: дерево — это отдельный организм с границами по окружности ствола и кроны.

Видимая форма действительно принадлежит одному дереву: стволу, ветвям, листьям и корням. Но граница между деревом и средой проходит не по линии, которую можно провести вокруг кроны. На поверхности листьев живут микроорганизмы, в коре прячутся насекомые и пауки, в корневой зоне работают грибы и почвенные животные, а опавшие листья становятся частью другой системы — системы разложения.

Корни тоже не заканчиваются там, где заканчивается тень от кроны. Тонкие корни могут уходить далеко в стороны, особенно в рыхлой почве. Их расположение зависит от воды, плотности грунта, камней, дорожек, соседних растений и глубины плодородного слоя. Подземное пространство нескольких деревьев часто перекрывается. Это не означает, что корни обязательно «смешались» в единый организм, но означает постоянное соседство, конкуренцию и обмен веществами через почву и грибные связи.

Миф второй: все отношения дерева с соседями сводятся к борьбе за свет.

Свет действительно определяет многое. Дерево с широкой кроной перехватывает солнечную энергию, затеняет растения под собой и меняет температуру поверхности почвы.

Высокий ствол может выигрывать конкуренцию за освещение, но проигрывать в борьбе за другие ресурсы: страдать от уплотнённой почвы, нехватки воды, повреждения корней или сильного ветра на открытом месте.

Соседство не сводится к простой схеме «сильный вытесняет слабого». Крона одного дерева уменьшает перегрев почвы, кустарник задерживает снег и опавшие листья, мёртвый ствол сохраняет влагу, а плотная подстилка защищает верхний слой от пересыхания. Такие эффекты не отменяют конкуренцию, но меняют её условия. В одном месте растения борются за воду, а в другом их присутствие рядом помогает воде дольше оставаться в почве.

Миф третий: чем дерево крупнее и здоровее на вид, тем больше его экологическая ценность.

Большой живой ствол действительно может быть важнейшим элементом леса. Он формирует ярус кроны, даёт семена, создаёт тень, удерживает снег и служит опорой для множества организмов. Но внешне безупречное дерево с гладкой корой и полностью зелёной кроной не обязательно предоставляет больше убежищ, чем старое дерево с трещинами, дуплами и несколькими сухими ветвями.

Жизнь использует не только силу роста. Поломанная ветвь создаёт полость, отслоившаяся кора удерживает влагу, сухой сучок становится местом для грибов, а поваленный ствол постепенно превращается в субстрат для мхов, насекомых и молодых растений. Поэтому дерево на разных этапах

жизни выполняет разные функции. Нельзя измерять все эти функции одной шкалой «здоровое — больное».

Миф четвёртый: если два дерева одного вида растут рядом, они выполняют одинаковую роль.

Две ели могут быть одного возраста и похожей высоты, но одна расти на влажной опушке, а другая — на уплотнённой почве возле тропы. У одной в корневой зоне будет толстая подстилка и грибные нити, у другой — оголённый грунт. Одна может давать убежище в густой кроне, другая — иметь сухие ветви, полости и мох на стволе.

Вид задаёт возможные свойства дерева, но не исчерпывает его роль. Одинаковая порода в разных условиях становится разным местом обитания. Для паспорта нужно фиксировать не только «что это за дерево», но и «что происходит с ним здесь».

Миф пятый: любое соединение деревьев грибами означает, что они сознательно передают друг другу ресурсы.

Грибы действительно образуют микоризные связи с корнями многих растений. Через грибницу могут перемещаться вода, минеральные вещества и углеродные соединения. Но из этого не следует, что лес действует как единый организм с намерением помогать слабым. Направление и объём обмена зависят от вида грибов, состояния растений, почвы, влажности и множества других условий. Одни связи могут усиливать сотрудничество, другие — конкуренцию или паразитирование.

Точная формулировка звучит скромнее и полезнее: дерево включено в сеть почвенных и грибных взаимодействий, которые могут менять доступ к ресурсам. Такой взгляд оставляет место наблюдению и проверке, а не заменяет их красивой легендой.

Правильная модель: дерево как узел и среда

Дерево одновременно потребляет ресурсы и создаёт условия для других. Оно забирает воду и минеральные вещества, конкурирует за свет, занимает пространство корнями и кроной. При этом формирует тень, удерживает влагу, накапливает органическое вещество, предоставляет опору, оставляет после себя древесину и меняет состав почвы.

Эти роли не нужно выбирать одну вместо другой. Дерево может быть конкурентом для молодого клёна и местом обитания для жука, партнёром грибов, укрытием для птицы, источником семян для будущего подроста и препятствием для травы под плотной кроной. Сеть леса возникает именно из одновременного действия таких разнонаправленных связей.

Для наблюдения удобно двигаться от земли вверх. Это не буквальный маршрут по стволу, а способ не потерять невидимые уровни. Шесть зон паспорта образуют последовательность вопросов: что поддерживает дерево снизу, как устроен его ствол, какие организмы используют поверхность, что происходит в кроне, какую роль играют повреждения и мёртвые части, а затем — с кем дерево делит пространство.

Паспорт дерева. Зона первая: почва и корни

Начинать нужно не со ствола, а с круга вокруг него. Осмотрите участок шириной хотя бы несколько метров от основания, а если место позволяет, захватите и край кроны. Зафиксируйте, чем покрыта земля: листовым опадом, хвоей, травой, мхом, голой почвой, щепой, песком или плотным слоем грязи после прохода людей.

Одна и та же порода дерева в разных корневых зонах живёт в разных условиях. Подстилка удерживает влагу и постепенно возвращает элементы в почву. Голая утоптанная земля хуже пропускает воду и воздух. Частые проходы людей могут повреждать тонкие корни даже тогда, когда на стволе нет заметных следов. Дорожка, парковочная площадка или газон до самого основания дерева меняют не только внешний вид участка, но и работу корневой системы.

Ищите поверхностные корни, участки размыва, трещины в грунте, мох, грибы, следы роющих животных, муравейники, скопления листьев и небольшие понижения, где задерживается вода. Не нужно выкапывать корни, чтобы узнать о них больше. Уже поверхность подсказывает, как устроено пространство под ней.

Корневая зона — место встречи нескольких процессов. Здесь соприкасаются корни деревьев, корни трав и кустарников, грибные нити, бактерии, дождевые черви, личинки насекомых и частицы разлагающейся органики. Вода переносит растворённые вещества, а движение воздуха зависит от рыхлости почвы. Если почва пересохла или уплотнена,

меняется сразу несколько отношений: корням труднее получать воду, грибам — поддерживать активную грибницу, почвенным животным — перемещаться, а опад — разлагаться.

Не следует делать поспешный вывод: «Под этим деревом много грибов, значит, оно здорово» или «Гриб на земле показывает болезнь дерева». Грибное плодовое тело может быть частью разложения древесины, микоризным партнёром или признаком повреждения корней. Для объяснения нужны вид гриба, место его появления, состояние основания и окружающая почва. В полевом паспорте сначала запишите: «На расстоянии около метра от ствола обнаружены плодовые тела гриба среди листового опада». Отдельно добавьте: «Возможны разные объяснения; требуется определение».

Корневая зона также показывает влияние человека. Если дерево растёт в парке, сравните участок под ним с местами, где не ходят люди. Если в саду ствол окружён плиткой или газоном, посмотрите, куда уходит вода после дождя. Если в лесу видны следы техники, оцените, пересекают ли они корневое пространство нескольких деревьев. Один ствол может выглядеть благополучно, пока повреждения корней постепенно не отразятся на кроне.

Паспорт дерева. Зона вторая: ствол

Ствол — не просто колонна, удерживающая крону. По древесине перемещаются вода и растворённые вещества, в живых слоях под корой идут процессы роста, а внутри накапливается история повреждений. Основание ствола связыва-

ет надземную и подземную части, поэтому его нельзя осматривать отдельно от корневой шейки.

Обратите внимание на форму. Ствол прямой или наклонённый? У него один центральный проводник или несколько стволов? Он расширяется у основания или уходит в землю почти без перехода? Есть ли наплывы, старые зарубцевавшиеся повреждения, трещины, следы огня, механические удары, вбитые предметы? Ни одна деталь не является готовым диагнозом, но каждая помогает восстановить историю дерева.

Наклон может возникнуть из-за света, ветра, оседания почвы или старого повреждения. Наплыв может быть реакцией на рану. Пустота внутри не всегда видна снаружи и не всегда означает немедленную опасность. Если дерево находится возле дорожки, детской площадки или места отдыха, признаки крупной гнили, обломанных тяжёлых ветвей и нестабильного основания требуют не любительского заключения, а оценки специалиста по безопасности деревьев. Экологическая ценность дупла и безопасность людей — разные вопросы. Их нельзя решать одним словом: «сохранить» или «срубить».

Определяя возраст по толщине, легко ошибиться. На плодородной почве дерево растёт иначе, чем на сухой или затенённой. Одиночный ствол на открытом месте может быстро набрать диаметр, тогда как дерево в плотном лесу долго остаётся тонким. Видимая толщина сообщает о размерах, но

не даёт точного числа лет без специальных методов и достоверных данных.

У ствола есть ещё одна роль: он создаёт вертикальную поверхность. На ней меняются температура, влажность и освещённость — от основания к ветвям. Нижняя часть может быть влажной и покрытой мхом, середина — заселённой лишайниками, верхняя — более сухой и открытой ветру. Один ствол содержит несколько микросред, расположенных на расстоянии вытянутой руки друг от друга.

Паспорт дерева. Зона третья: кора

Кору полезно рассматривать с расстояния в несколько сантиметров. У неё есть рисунок, рельеф, глубина трещин, участки отслаивания, следы обрастания и повреждений. Не сдирайте кору и не отрывайте лишайники: наблюдение не должно разрушать объект.

Трещины удерживают влагу и частицы органики. В углублениях могут прятаться мелкие беспозвоночные, а под отслаивающимися пластинами появляется защищённое пространство. Лишайники и мхи используют поверхность ствола как место прикрепления, но их наличие само по себе не подтверждает ни «чистый воздух», ни болезнь дерева. На них влияют влажность, освещение, возраст коры, химический состав поверхности и соседство.

Кора меняется с возрастом. Молодая поверхность обычно растёт и обновляется быстрее, старая становится сложнее по структуре. У некоторых деревьев она остаётся гладкой даже

при значительном возрасте, у других глубокие трещины образуются рано. Поэтому нельзя переносить один признак на все виды.

Смотрите также на высоту расположения следов. Повреждение у основания может быть связано с техникой или вытаптыванием, отметины выше — с деятельностью животных, а ряд мелких отверстий — с насекомыми или птицами. Но форма отверстия не всегда позволяет уверенно определить причину. Запишите размер, расположение и повторяемость, сфотографируйте общий участок и крупную деталь, а объяснение оставьте предварительным.

Кора — граница, которая одновременно защищает дерево и предоставляет поверхность для других. Дерево не «приглашает» обитателей, но его свойства создают подходящие или неподходящие условия. Сухая гладкая кора, влажная трещиноватая кора и отслоившаяся кора — три разных набора микросред.

Паспорт дерева. Зона четвёртая: крона

Теперь поднимите взгляд. Крона показывает, как дерево распределяет свет, воду и пространство. Она симметрична или заметно смещена в одну сторону? Верхние ветви свободны или соприкасаются с кронами соседей? Есть ли крупные просветы, сухие ветви, обломанные участки, густые пучки побегов, следы объедания?

Асимметричная крона часто рассказывает о направлении света. На опушке ветви могут развиваться в сторону от-

крытого пространства, а в плотном древостое дерево вытягивается вверх, оставляя нижнюю часть ствола затенённой. Но такая форма может быть и следствием ветровала, обрезки, повреждения или потери соседнего дерева. Наблюдение «крона смещена к югу» ещё не равно объяснению «дерево конкурирует за свет». Нужно осмотреть обстановку вокруг.

В кроне соединяются интересы дерева и множества других организмов. Ветви служат опорой, листья создают затенённые участки, развилки удерживают воду и органический мусор, а плотность кроны меняет температуру под ней. Птицы могут использовать подходящие ветви для отдыха или гнездования, насекомые — листья и побеги, лишайники — внешнюю поверхность. Не всякое присутствие можно заметить, поэтому отсутствие видимых животных не означает отсутствия организмов, связанных с деревом.

Сухая ветвь в кроне может быть следствием повреждения и одновременно будущим убежищем. Если она вот-вот упадёт на тропу, её безопасность оценивают отдельно. Если сухой участок находится высоко и не угрожает людям, он может продолжать выполнять экологическую функцию. В благоустроенном парке задача ухода состоит не в том, чтобы сделать каждое дерево полностью гладким и стерильным, а в том, чтобы совместить безопасность с сохранением структур, поддерживающих жизнь.

Крона влияет и на тех, кто растёт ниже. Под плотной тенью меняется состав трав, мхов и подроста. На краю кро-

ны условия переходные: здесь больше света, но сохраняется часть влияния дерева на влажность и опад. Именно край часто оказывается местом высокой неоднородности, где встречаются виды открытых и затенённых участков.

Паспорт дерева. Зона пятая: дупла и мёртвая древесина

На этом участке паспорта дерево перестаёт совпадать с образом живого зелёного объекта. Нужно осмотреть не только ствол, но и сухие ветви, пни, полуповаленные деревья, лежащие брёвна, отставшую кору и древесные остатки в радиусе нескольких метров.

Дупло создаётся не одним событием. Сначала может появиться повреждение, затем участок заселяют грибы и мелкие организмы, древесина размягчается, а погодные воздействия расширяют полость. Одни дупла открыты сверху, другие закрыты корой и доступны только через узкие отверстия. Внутри различаются сухие и влажные зоны, древесная труха, остатки гнёзд и скопления листьев. Для разных организмов это разные убежища.

Мёртвая древесина проходит несколько стадий. Свежий обломок сохраняет структуру и химические вещества живого дерева. Затем кора отслаивается, древесина заселяется грибами и беспозвоночными, становится мягче и влажнее. Позже она соприкасается с почвой, удерживает воду и постепенно включается в лесной грунт. Пень может оставаться заметным десятилетиями, меняясь от твёрдой древесины к

рыхлому органическому материалу.

Убирать весь валежник означает удалять не мусор, а часть среды. Это может упростить передвижение людей и снизить риск падения отдельных деревьев, но одновременно уменьшает количество убежищ и замедляет возврат вещества в почву. В лесу сохранение части мёртвой древесины обычно означает сохранение целого ряда процессов разложения. В парке решение зависит от расположения: дерево, опасное возле дорожки, оценивают как объект безопасности, а удалённые от проходов стволы и безопасные сухие ветви можно сохранять.

Здесь особенно полезно разделять три вопроса.

Первый: что наблюдается? Например, на высоте двух метров есть полость, рядом находится сухая боковая ветвь, у основания лежит гниющий фрагмент ствола.

Второй: какие функции возможны? Полость может быть убежищем, сухая ветвь — субстратом для грибов, лежащая древесина — местом удержания влаги и пищи для разрушителей.

Третий: есть ли риск для людей или самого дерева? Если полость расположена в зоне интенсивного посещения, нужен отдельный осмотр. Экологическая ценность и техническая безопасность не отменяют друг друга, но требуют разных критериев.

Паспорт дерева. Зона шестая: соседство

Последняя зона возвращает дерево в сообщество. Запи-

шите, что растёт рядом на разных высотах: крупные деревья, молодые стволы, кустарники, травы, мхи, папоротники, лишайники. Отдельно отметьте пни, валежник, открытые участки почвы, воду, тропы и искусственные покрытия.

Полезно рассматривать не один круг, а несколько расстояний. Ближайший круг показывает состояние основания и непосредственных соседей. Следующий — устройство подрастающих кустарников. Более широкий участок раскрывает, является ли дерево частью плотного леса, опушки, полосы вдоль дороги, старого сада или одиночной посадки.

Деревья одного вида могут конкурировать за свет и воду, но их соседство также влияет на устойчивость сообщества. Разновозрастная группа создаёт несколько ярусов. Молодые растения используют просветы, взрослые формируют основную крону, кустарники закрывают нижний уровень, а мёртвые стволы сохраняют влагу у земли. В одновидовом древостое структура может быть проще, но и там различаются возраст, размер, состояние корней и роль отдельных деревьев.

Разные виды меняют условия неодинаково. Берёза пропускает через крону больше света, чем плотная ель, и быстро заселяет открытые участки. Ель создаёт более стабильную тень и иной режим влажности под кроной. Ива связана с влажными местами и меняет береговую зону плотностью корней. Ольха участвует в азотном цикле через симбиотические связи с почвенными микроорганизмами. Дуб формирует крупный опад и со временем даёт сложную кору, ветви и

древесину. Эти свойства не превращают виды в заранее заданных «полезных» или «вредных» соседей. Их эффект зависит от места и стадии развития леса.

Особое внимание заслуживают растения, которые не попадают в поле зрения при беглом осмотре. Кустарник может быть ниже плеч, но создавать плотную защиту для молодняка. Тонкий подрост может определять, кто займёт место старого дерева после его падения. Пень показывает, что нынешняя картина участка неполна: здесь уже был другой ствол, а вместе с ним — другая крона, корневая система и набор связей. Валежник сохраняет часть прежнего дерева даже после его падения.

Возраст как смена ролей

Возраст дерева нельзя свести к одному числу. Для паспорта полезнее определить возрастную стадию и описать функции, которые сейчас преобладают.

Молодое дерево активно осваивает пространство. Оно конкурирует за просветы, воду и минеральные вещества, но пока создаёт небольшую тень и немного древесины. Его ценность часто связана не с нынешним размером, а с будущей ролью в ярусе и с разнообразием возрастов на участке.

Зрелое дерево формирует значительную часть кроны, ежегодно возвращает в почву опад, создаёт устойчивую тень и участвует в воспроизводстве вида. Его корни и крона могут занимать большое пространство, поэтому оно сильнее влияет на соседей и одновременно сильнее зависит от их состо-

яния.

Стареющее дерево теряет часть темпа роста, но приобретает структурное разнообразие. В нём появляются полости, сухие ветви, отслоения коры и участки гнили. Для самого дерева это может быть признаком снижения прочности, а для сообщества — появлением новых местообитаний. Старое дерево не становится «лучше» молодого, оно становится другим.

После гибели ствол перестаёт конкурировать за свет и воду, но продолжает участвовать в лесной жизни как мёртвая древесина. Поваленное дерево может задерживать снег и влагу, менять движение воды по склону, препятствовать росту одних растений и помогать другим. Пень и разлагающийся ствол постепенно становятся частью почвы.

Так меняется набор ролей, а не просто размер. Если убрать все старые деревья и оставить только молодые, быстрорастущие и внешне здоровые стволы, лес потеряет полости, грубую кору, крупную мёртвую древесину и возрастную неоднородность. Если оставить только старые деревья без обновления, исчезнет следующий ярус. Стабильность сообщества зависит от смены ролей между поколениями.

Ошибка взгляда через самые заметные стволы

Самые крупные деревья занимают мало мест в численном составе леса, но много места в нашем внимании. Человек идёт по участку и запоминает несколько высоких стволов, хотя под их кронами могут находиться десятки молодых рас-

тений, кустарников и трав. Это ошибка выборки: заметность принимают за распространённость и значение.

Тот же сбой возникает в городском парке. Деревья вдоль дорожки осматривают чаще, чем кустарники в глубине посадки. Газон воспринимается как фон, хотя его постоянное скашивание определяет, какие растения успеют вырасти. Пни убирают из поля зрения, и исчезает память о прежней структуре участка. Валежник воспринимают как беспорядок, хотя он указывает на процессы разложения и обновления.

Проверка реальности занимает несколько минут. Сначала выберите самый заметный ствол и запишите его основные признаки. Затем опустите взгляд к уровню колен и отметьте всё, что было пропущено: мелкие деревья, кустарники, травы, проростки, мох, опад, древесные остатки. После этого посмотрите не на отдельное дерево, а на вертикальный профиль участка: что находится у земли, на высоте человеческого роста, в среднем ярусе и в верхней кроне.

Если список нижних уровней оказался почти пустым, это тоже результат. Возможно, участок вытаптывается, регулярно очищается, недавно пережил вырубку, страдает от засухи или находится под слишком плотной тенью. Не следует сразу называть его бедным или нарушенным: нужно установить, что именно поддерживает такую структуру.

Живой сравнительный случай: два похожих ствола

Представьте два дерева одного вида и примерно одинако-

вого диаметра. На расстоянии они выглядят почти одинаково: высокие, с зелёными кронами, без очевидных повреждений. Одно растёт на открытом газоне в парке, другое — в старой группе деревьев на краю лесного участка.

У первого ствола земля открыта и плотно утоптана. Трава короткая, листового опада мало, корни местами выступают наружу. Крона широкая и хорошо освещённая, но снизу почти нет подроста. Рядом нет кустарников, пней и поваленных ветвей. Дерево получает много света, однако его корневая зона регулярно испытывает нагрузку из-за прохода людей и пересыхания открытой почвы. На поверхности ствола может быть мало укрытий, а вокруг — мало дополнительных микросред.

У второго ствола под кроной лежит слой листьев. В нескольких метрах находятся кустарник, молодой ствол другого вида и старый пенёк. На нижней части коры есть трещины и участки мха, в кроне — несколько сухих ветвей, одна из которых уже сломалась. Почва мягче и влажнее, а рядом лежит фрагмент поваленного дерева. С точки зрения безопасности сухие ветви требуют оценки, но с точки зрения структуры здесь больше мест, где могут размещаться грибы, беспозвоночные и мелкие животные.

Оба дерева могут быть примерно одинаково жизнеспособными. У первого больше свободного света, у второго — более разнообразное соседство. У первого меньше структур, которые служат убежищами, у второго таких структур боль-

ше, но часть из них требует контроля риска. Нельзя сказать, что второе дерево «лучше» во всех смыслах. Точнее будет сказать: его окружение и жизненная история создают больше микросред.

Эта разница не видна в стандартном коротком описании. «Берёза, высота около двадцати метров, состояние удовлетворительное». Паспорт добавляет сведения о почве, соседстве, мёртвой древесине и возрастной роли. Благодаря этому становится понятно, почему два одинаковых на вид ствола участвуют в разных сетях.

Полевое чтение: если..., то...

Если дерево стоит отдельно на газоне, сначала осмотрите состояние почвы и ближайшие пять–десять метров, а не делайте вывод о его независимости. Одиночная крона часто означает лишь отсутствие видимых соседей над землёй.

Если корни выступают на поверхность, проверьте, нет ли вытаптывания, размыва или снятого слоя почвы. Не принимайте открытые корни за естественную особенность вида без осмотра рельефа и режима воды.

Если крона редкая или однобокая, сравните освещённость, соседние кроны, состояние почвы и наличие повреждений. Болезнь — только одно из возможных объяснений.

Если на стволе есть дупло или сухая ветвь, разделите экологическую функцию и риск падения. Сохранение местобитания не должно означать игнорирование безопасности людей.

Если рядом растёт только один крупный вид, ищите возрастные различия, кустарники, травы и мёртвую древесину. Однообразие верхнего яруса не доказывает однообразия всего сообщества.

Если обнаружен гриб, лишайник или мох, запишите место и условия, но не превращайте находку в диагноз. Нужны определение организма и сопоставление с состоянием дерева и почвы.

Если дерево кажется «здоровым» из-за густой зелёной кроны, проверьте основание, корневую зону и нижние уровни. Хороший вид сверху не отменяет повреждений снизу.

Если ствол кажется «бесполезным» после гибели, осмотрите его как мёртвую древесину. Его роль могла измениться, но не исчезнуть.

Шаблон паспорта дерева

Паспорт удобно заполнять в три слоя. Сначала записываются наблюдаемые признаки, затем возможные объяснения, затем вопросы, которые пока нельзя решить без дополнительной проверки. Это защищает от главной ошибки полевого чтения: подмены факта уверенной догадкой.

Общие сведения

Дата, место, тип участка: лес, опушка, парк, сад, берег или посадка.

Вид дерева, если он определён уверенно. Если есть сомнение, зафиксируйте признаки листьев, коры, плодов и формы кроны вместо поспешного названия.

Примерный размер и возрастная стадия: молодое, зрелое, стареющее или погибшее. Точный возраст не указывайте без надёжного метода.

Зона первая. Почва и корни

Покровы почвы, толщина опада, влажность, плотность, участки размыва.

Видимые корни, мох, грибы, следы животных, муравейники.

Следы вытаптывания, техники, плитки, газона, полива или другого ухода.

Зона вторая. Ствол

Форма, наклон, количество стволов, состояние основания.

Трещины, наплывы, старые раны, следы огня и механических повреждений.

Переход от ствола к корням, признаки полостей или размягчения древесины.

Зона третья. Кора

Гладкая, трещиноватая, отслаивающаяся или иная структура.

Мхи, лишайники, отверстия, следы насекомых и животных.

Расположение признаков: у основания, в средней части или выше.

Зона четвёртая. Крона

Плотность, симметрия, направление роста, просветы.

Контакт с соседними кронами, сухие и сломанные ветви, следы обрезки.

Режим света под кроной и на её краю.

Зона пятая. Дупла и мёртвая древесина

Полости в стволе и ветвях, отставшая кора, сухие сучья.

Пни, лежащие стволы и ветви поблизости.

Возможные убежища и одновременно признаки риска для людей.

Зона шестая. Соседство

Деревья разных видов и возрастов.

Кустарники, подрост, травы, мхи и папоротники.

Вода, открытые участки, тропы, постройки, следы ухода.

Синтез

Что дерево получает от окружения: свет, воду, защиту от ветра, грибные связи, органический опад?

За что оно конкурирует: пространство кроны, влагу, минеральные вещества, просветы?

Что оно создаёт: тень, опад, кору, дупла, сухую древесину, опору, условия для подроста?

Какие связи очевидны, какие вероятны, а какие требуют проверки?

Такой паспорт не превращает дерево в анкету. Он замедляет взгляд ровно настолько, чтобы один ствол перестал быть плоским объектом. Перед наблюдателем появляется история: дерево выросло в определённом месте, прошло через повреждения и периоды конкуренции, сформировало крону

и корневую зону, стало опорой для одних организмов и препятствием для других, а затем начнёт менять свою роль с возрастом.

Самые значительные сведения часто находятся не на уровне глаз. Они скрыты в тонких корнях, почвенных порах, грибных нитях, слоях опада и связи между живым стволом и разлагающейся древесиной. В следующей главе взгляд опустится ниже поверхности — туда, где продолжается работа леса, но почти не видна человеку.

Подземная жизнь, которую не видно

Если ценность дерева определяется отношениями, то часть этих отношений приходится искать не в кроне и не на коре, а всего в нескольких сантиметрах почвы. Здесь корни встречаются с грибами, бактериями, мелкими животными, водой и остатками прежней жизни. Видимый лес держится на процессах, которые легко принять за единую тайную систему. На деле они складываются из множества обменов, ограничений и конфликтов.

Положите рядом два образца почвы.

Первый распадается в пальцах на небольшие комочки. В нём заметны тонкие корни, обрывки листьев, ходы и отдельные светлые нити. Запах напоминает влажную подстилку после дождя: он не резкий и не затхлый, с оттенком прелых листьев. Если сжать комок, он удерживает форму, но рассыпается от лёгкого прикосновения. Между частицами остаются поры — пространства для воздуха, воды и корней.

Второй образец поднимается плотной плиткой. Снаружи он сухой и пылеватый, а внутри может оказаться влажным, липким или сероватым. Корни в нём идут в основном в стороны, вместо того чтобы проникать в глубину. Влажный комок иногда пахнет кисло или затхло. После дождя вода на

таком участке либо стоит лужей, либо быстро убегает по поверхности, почти не проникая внутрь.

Оба образца могут находиться в лесу. Первый — под старым смешанным древостоем, второй — на месте прохода техники, у часто используемой тропы или там, где снята подстилка. Но получить второй вариант можно и в естественных условиях: на тяжёлой глине, в понижении рельефа или на пересыхающем песке. Поэтому отдельный внешний признак ещё не диагноз. Почву нужно читать как сочетание сигналов.

Мысленный эксперимент: убрать невидимое

Представим лес, в котором на один миг исчезли все подземные процессы. Деревья остались стоять, листья — на ветвях, птицы — в кронах, но корни больше не поглощают воду и минеральные вещества. Грибы перестают разлагать опавшую древесину, бактерии — перерабатывать органику, дождевые черви — прокладывать ходы, а вода — проходить через почвенные поры.

В первые секунды пейзаж почти не изменится. Через некоторое время начнут накапливаться листья и ветви — не потому, что лес стал продуктивнее, а потому, что остановилось разложение. Вода будет застаиваться на одних участках и стекать по поверхности на других. Новые проростки столкнутся с плотной подстилкой и нехваткой доступных элементов. Деревья ещё будут выглядеть живыми, хотя их связь с почвой уже окажется нарушена.

Этот мысленный опыт показывает разницу между запасом

и потоком. В лесу есть углерод в древесине, азот в листьях, фосфор в почве, вода в порах. Но сами по себе запасы ничего не гарантируют. Ресурс должен перейти из одной формы в другую, попасть в зону корней, удержаться в почве или стать доступным следующему участнику процесса.

Подземная жизнь не представляет собой отдельное «царство», скрытое под поверхностью. Она соединяет несколько уровней. Корень получает воду и элементы. Гриб меняет форму почвенных соединений и осваивает тонкие поры. Бактерии расщепляют доступные вещества. Клещи и ногохвостки поедают микробов и фрагменты подстилки. Черви перемешивают органику с минеральной частью. Хищники регулируют численность мелких организмов. У каждого процесса есть конкретный исполнитель, свои условия и своя цена.

Что именно мы называем грибом

Гриб, который появляется на лесной тропе после дождя, — не весь организм, а его плодовое тело. Оно служит для образования и распространения спор. Сам гриб в большинстве случаев представлен мицелием — системой тонких нитей, называемых гифами. Мицелий может находиться в почве, подстилке, древесине, внутри корней или в других растительных тканях.

Плодовое тело заметно потому, что на короткое время выходит на поверхность. Мицелий обычно скрыт от глаз и способен существовать долго, постепенно разрастаясь и зани-

мая разные слои субстрата. У одних видов основная масса находится в древесине, у других — в почве, у третьих — рядом с корнями или внутри растительных тканей.

Отсюда следуют две важные проверки реальности.

Если грибов не видно, это не означает, что в почве нет грибной жизни. Плодовые тела возникают только при определённом сочетании температуры, влажности, питания и других условий. Мицелий может активно работать без единого заметного гриба.

Если грибы появились, это тоже не означает, что лес находится в идеальном состоянии. Плодовые тела бывают у грибов, разлагающих древесину, у паразитов, у микоризных видов и у организмов, заселяющих уже ослабленные корни. Сам факт появления гриба сообщает о наличии определённого процесса, но не говорит, полезен ли этот процесс дереву и какова его роль.

Светлые нити в подстилке тоже нельзя автоматически объявлять микоризой. Это могут быть гифы сапротрофного гриба, разлагающего лист, древесную щепу или мёртвые корни. Перед нами может оказаться плотный мицелиальный шнур, фрагмент старого корня, корневой волосок или поверхностный налёт на органике. Для точного определения нужны микроскопическое исследование, анализ образца и сведения о видах растения и гриба.

В полевом описании полезно заменять уверенное, но неподтверждённое объяснение последовательностью наблю-

дений.

Наблюдение: в верхнем слое подстилки есть беловатые разветвлённые нити.

Вероятное объяснение: развивается мицелий, связанный с разложением органики или с корнями.

Альтернативы: нити могут принадлежать другому грибу, быть фрагментами корня или поверхностным налётом.

Следующая проверка: посмотреть, идут ли они к корням, проходят ли через лиственный опад, образуют ли плотные шнуры, есть ли рядом плодовые тела или разлагающаяся древесина.

Такой способ описания не делает наблюдение менее интересным. Он лишь защищает от преждевременной красивой версии.

Микориза: обмен, а не подземная благотворительность

Микоризой называют взаимосвязь гриба с корнем растения. Гриб оплетает корень снаружи или проникает в его ткани, не разрушая их при обычном развитии. В результате возникает контактная зона, где растение и гриб могут обмениваться веществами.

Растение получает энергию от фотосинтеза и передаёт часть углеродных соединений грибу. Гриб, в свою очередь, расширяет зону поиска воды и минеральных элементов. Его гифы тоньше корней: они проникают в мелкие поры, обходят препятствия и осваивают участки почвы, недоступные круп-

ным корням. Гриб способен участвовать в снабжении растения соединениями азота, фосфора и другими элементами, а также влиять на влажность корневой зоны и устойчивость растения к некоторым почвенным стрессам.

Но слово «обмен» не означает равенства и постоянной выгоды для обеих сторон. Растение оплачивает работу гриба углеродом. Если гриб не даёт заметного прироста в доступе к ресурсам, его присутствие может обходиться растению дорого. При избытке легко доступного фосфора или азота преимущество от микоризы способно уменьшаться. Ослабленное растение может хуже поддерживать гриб. Меняются условия — меняются и отношения.

В лесной почве одновременно существуют разные типы взаимодействий. Один гриб получает углерод от живого дерева и помогает ему добывать фосфор. Другой разлагает упавшую ветвь. Третий вызывает болезнь корней. Четвёртый использует мёртвую органику, но при удобном случае заселяет повреждённые ткани живого растения. Грибной мир не делится раз и навсегда на «полезный» и «вредный»: роль определяется видом, хозяином, субстратом, возрастом растения и условиями участка.

У одного дерева могут быть многочисленные грибные партнёры. Они не обязательно объединены в одну структуру, не обязательно одинаково выгодны и не обязательно конкурируют только с другими грибами. Гифы сталкиваются с корнями разных видов, бактериями, нематодами, хищника-

ми и соседними мицелиями. В почве постоянно меняются температура, влажность и доступность пищи. Поэтому микориза — не договор с единой подземной организацией, а множество локальных взаимодействий.

Частая ошибка возникает из-за переноса человеческой логики на биологическую систему. Если гифа соединяет два корня, легко представить, будто между деревьями проложен канал помощи. Но физический контакт ещё не доказывает целенаправленную передачу ресурса. Чтобы говорить о переносе вещества, нужно установить источник, направление, количество и последствия для получателя. Если углерод обнаружен в соседнем растении, это ещё не отвечает на вопрос, был ли он передан через гриб, через корневой контакт, через разложение органики или каким-либо другим путём.

Исследования действительно показывают, что вещества между растениями и грибами могут перемещаться. Но направление и значение такого перемещения зависят от условий. Иногда обмен поддерживает растение. Иногда ресурс остаётся в грибной ткани. Иногда растения и грибы конкурируют за один и тот же элемент. Иногда связь существует, но её вклад в рост растения настолько мал, что не меняет общего состояния участка.

Фраза «деревья общаются через грибную сеть» может быть полезной метафорой, если она напоминает о связи корней, грибов и почвы. Она становится ошибочной, когда превращается в объяснение любого события. Увядание дерева

нельзя автоматически считать следствием прекращения сообщений от соседей. Быстрый рост молодого растения нельзя без доказательств приписывать помощи старого дерева. Появление плодовых тел нельзя принимать за свидетельство единой сети.

Скрипт против мифа выглядит так.

Не «старое дерево кормит молодые деревья через сеть».

А «между корнями и грибами существуют потенциальные пути обмена; чтобы утверждать о передаче вещества и её пользе для молодых деревьев, нужны данные о направлении, количестве и результате».

Не «грибы объединяют лес в один организм».

А «в лесу существуют многочисленные грибные связи: одни соединяют корни, другие обслуживают разложение, третьи создают конкуренцию или вызывают болезни».

Не «под землёй все помогают друг другу».

А «под землёй одновременно идут обмен, потребление, конкуренция, паразитизм и разложение».

Такой язык кажется менее поэтичным, зато точнее показывает устройство леса.

Слой, где лес возвращает себе вещества

Опавший лист — не мусор, а временно связанный запас элементов. В нём есть углерод, азот, фосфор, кальций, магний и другие соединения. Пока лист лежит целым, его вещества недоступны большинству корней. Сначала меняется поверхность: лист намокает, заселяется микробами, из него

частично вымываются растворимые соединения. Затем механическое дробление и работа ферментов открывают следующий этап.

Бактерии и грибы расщепляют сложные органические молекулы. Одни соединения разрушаются быстро, другие — например, части лигнина — требуют длительной работы специализированных грибов. Клещи, ногохвостки, личинки насекомых и другие мелкие животные надрезают, разрывают и перемещают частицы подстилки. Дождевые черви захватывают органику вместе с минеральной почвой, пропускают её через кишечник и оставляют копролиты — комочки переработанного материала.

После каждого этапа часть вещества становится доступнее, но не обязательно сразу растениям. Бактерии и грибы сами включают элементы в собственное тело. Это временное удержание называют иммобилизацией. Пока микробы растут, азот или фосфор может быть связан в их биомассе. Когда микробов съедают простейшие, нематоды или мелкие членистоногие, часть элементов снова переходит в растворимые формы.

Часть углерода возвращается в атмосферу при дыхании организмов. Часть остаётся в устойчивых органических соединениях почвы. Ещё часть переносится водой вниз или в соседние участки. Азот переходит между органическими и минеральными формами, вымывается, захватывается растениями или уходит в атмосферу. Фосфор часто удерживается

минеральными частицами и становится доступным медленнее. Поэтому выражение «разложение возвращает всё растениям» слишком упрощает картину. Точнее сказать: разложение перестраивает вещества и открывает новые пути их движения.

Скорость процесса определяется не только количеством опавших листьев. Важны их химический состав, влажность, температура, доступ кислорода, размер частиц, кислотность и наличие организмов-разрушителей. Толстый слой листьев на рыхлой влажной почве может постепенно перерабатываться. Тот же слой на переувлажнённом бескислородном участке будет разлагаться иначе и медленнее. Сухая подстилка способна долго сохраняться даже при наличии грибных спор: вода ограничивает активность микробов.

Почвенный запах связан с химическими веществами, которые выделяют микроорганизмы и разлагающиеся остатки. Запах свежей лесной подстилки обычно указывает на активные процессы во влажном, хорошо аэрируемом слое, но не служит самостоятельным анализом. Резкий затхлый или сернистый запах может сопровождать недостаток кислорода. При этом болотная почва естественного происхождения не является «испорченной»: её режим формируется постоянным переувлажнением, а растения и организмы приспособлены к таким условиям. Нужно спрашивать не «хорошая ли это почва вообще», а «какие процессы здесь идут и для какого типа леса они подходят».

Мелкие организмы: не фон, а рабочий слой системы

Внимание обычно притягивают дождевые черви, потому что их можно увидеть без увеличительного прибора. Но червь — лишь один из участников пищевой сети почвы.

Дождевые черви прокладывают ходы, перемещают органику вниз, а минеральную почву — вверх, измельчают растительные остатки и смешивают их с частицами грунта. Их ходы могут улучшать проникновение воды и воздуха, а копролиты становятся участками повышенной биологической активности. Если червей много, почва нередко приобретает более выраженную комковатую структуру.

Но роль червей нельзя оценивать по принципу «чем больше, тем лучше». Воздействие зависит от вида, плотности и среды. В некоторых лесах толстый слой подстилки — часть естественного режима, и чрезмерное перемешивание нарушает его. На отдельных участках быстрое перерабатывание листьев меняет условия для травянистых растений и проростков. Поэтому отсутствие крупных червей не доказывает бедность почвы, а большое количество ходов не гарантирует устойчивость леса.

Микроскопические клещи участвуют в измельчении подстилки, поедают грибные нити и других мелких организмов. Ногохвостки регулируют микробные сообщества и помогают дробить органические остатки. Нематоды бывают бактериоядными, грибоядными, хищными и растительноядными.

Одни поддерживают освобождение элементов из микробной биомассы, другие повреждают корни или переносят патогены. Простейшие поедают бактерии и тоже влияют на скорость движения азота.

Бактерии особенно многочисленны там, где есть доступные растворимые соединения. Они быстро реагируют на изменение влажности и питания, образуют плёнки на частицах почвы, участвуют в разложении и химических превращениях. Некоторые живут рядом с корнями и используют выделения растения. Корень не только поглощает вещества, но и выделяет в почву сахара, аминокислоты и другие соединения. Эта зона называется ризосферой. Она часто активнее окружающей почвы, потому что корень создаёт локальный источник питания для микробов.

Корневые выделения привлекают не только полезных симбионтов. Они могут поддерживать бактерии, конкурирующие с растением за кислород и элементы, или организмы, вызывающие заболевание. Растение тоже не пассивно: оно меняет состав выделений, укрепляет ткани и ограничивает проникновение некоторых микроорганизмов. Почва вокруг корня — не зона безусловной поддержки, а место плотного взаимодействия.

Провокация «тайной сети»

Образ подземной сети возник не случайно. Гифы действительно образуют разветвлённые структуры, способны соединять участки почвы и контактировать с несколькими корнями.

ми. Подземный лес связан потоками углерода, воды и элементов. Видимая граница между деревьями часто не совпадает с границами грибных колоний.

Проблема начинается там, где сеть наделяют свойствами единого организма. У неё нет обязательного центра управления, общего намерения и универсального правила распределения ресурсов. Грибная структура может объединять одни корни и одновременно препятствовать другим. Мицелий одного вида конкурирует с мицелием другого. Сеть может быть разорвана высыханием, уплотнением, механическим повреждением или отсутствием подходящего хозяина. Сама связность ещё не сообщает, что по ней движется и в каком направлении.

Есть и другая причина для осторожности: видимость структуры не совпадает с её функцией. Если гифы встречаются рядом с корнями, это ещё не значит, что через них идёт значимый обмен. Если два дерева соединены общим грибом, это не означает автоматически, что одно передаёт другому воду или углерод. Если молодое растение растёт рядом со старым, его успех может объясняться тенью, влажностью, защитой от ветра, составом подстилки или конкуренцией с травами, а не переносом ресурсов по грибной сети.

Особенно осторожно нужно обращаться с формулой «старые деревья кормят молодые». Возрастное дерево действительно может влиять на микроклимат, структуру почвы, грибное сообщество и доступность ресурсов. Иногда между

корнями разных растений возможен обмен. Но вклад каждого механизма требуется отделять от остальных. Тень может одновременно снижать испарение и ограничивать фотосинтез. Подстилка может удерживать влагу и затруднять прорастание. Гриб может помогать корню добывать фосфор и получать за это значительную долю углерода.

Вместо одного большого объяснения полезно держать четыре вопроса.

Что соединено физически?

Какие вещества могут перемещаться?

Каковы направление и количество переноса?

Изменилось ли состояние растения или почвы в результате?

Если на первые два вопроса есть ответ, а на последние два — нет, перед нами возможный механизм, а не доказанный результат.

Два участка: одинаковый лес, разные почвы

Рассмотрим два участка с похожим составом деревьев. На первом поверхность покрыта несколькими слоями подстилки. Верхний слой состоит из свежих листьев, ниже лежат потемневшие фрагменты, ещё ниже — рыхлая органоминеральная почва. Между частицами видны тонкие корни. Подстилка пружинит под ногой, но не превращается в плотный ковёр. В низких местах заметны небольшие углубления, через которые уходит вода. На влажных комках можно найти ходы и мелкие округлые гранулы, оставленные почвенными

животными.

На втором участке деревья стоят реже, а поверхность местами обнажена. Подстилка разорвана, слой листьев тонкий и однообразный. В проходах почва уплотнена: след обуви сохраняется, палка входит неглубоко, после дождя появляются блестящие лужи. В сухой день верхний слой покрывается корочкой и легко пылит. Там, где корень вышел на поверхность, заметны боковые ответвления, но тонких корешков мало.

Первый участок не обязан быть благополучным во всех отношениях. В нём могут присутствовать корневые патогены, засуха, нехватка фосфора или конкуренция между деревьями. Второй не обязательно мёртв. Даже уплотнённая почва сохраняет бактерии, отдельные грибы и устойчивые растения. Сравнение нужно не для моральной оценки, а для определения ограничивающего фактора.

На первом участке, вероятно, лучше сохраняется сочетание пор разного размера. Крупные поры проводят воздух и лишнюю воду, мелкие удерживают влагу. Органика связывает минеральные частицы в агрегаты. Корни и ходы животных создают каналы, а грибные нити стабилизируют отдельные комочки. На втором участке часть пор разрушена давлением. Вода либо задерживается над плотным слоем, либо стекает по поверхности. Корни получают меньше кислорода и вынуждены обходить препятствие. Микробная активность становится неравномерной: поверхность пересыхает, а внут-

ри плотной плиты могут возникать зоны с недостатком воздуха.

Здесь особенно хорошо видно, почему одно наблюдение не заменяет систему признаков. Белые грибные нити могут быть на обоих участках. Червей может оказаться больше на втором, если там накопилась влажная органика. Запах может отсутствовать на первом в сухой сезон. Но совокупность структуры, подстилки, влажности, корней и следов переработки даст более надёжную картину.

Полевой справочник признаков

Ниже перечислены признаки, которые можно искать без глубокого раскопа. Они не дают лабораторного заключения, но помогают сформулировать рабочую гипотезу.

Почва распадается на комочки разного размера и сохраняет поры. Это может означать, что формируется агрегатная структура и в почве работают корни, грибы и почвенные животные. Но из этого нельзя автоматически заключить, что участок не испытывает засуху или нехватку элементов. Стоит сравнить влажность на разной глубине и посмотреть на слой подстилки.

Плотная плита, корочка на поверхности, палка входит с трудом. Вероятны уплотнение, разрушение пор и ограничение проникновения воды и корней. Однако причиной не обязательно была деятельность человека: такой слой встречается и в природной тяжёлой глине. Нужно сопоставить признак с рельефом, следами прохода, лужами и расположени-

ем корней.

Несколько различных слоёв подстилки. Это говорит о последовательных стадиях опада и разложения. Но слоистость сама по себе не означает, что разложение идёт быстро: на холодном или сухом участке слои могут сохраняться долго. Следует оценить влажность, наличие грибных нитей и степень фрагментации листьев.

Резкий затхлый или сернистый запах. Он может сопровождать недостаток кислорода, переувлажнение или анаэробное разложение. Нельзя, однако, объявлять такую почву больной: болотный режим бывает естественным. Нужно проверить рельеф, устойчивость воды и состав растительности.

Свежие тонкие корни, не пересохшие, с многочисленными ответвлениями. Это возможный признак активной корневой зоны, но он не доказывает, что корни получают все необходимые элементы. Полезно посмотреть на общую окраску и состояние растений, не повреждая корни.

Белые разветвлённые нити в подстилке. Возможен мицелий гриба. Нельзя автоматически считать его микоризой или частью единой сети обмена. Стоит проверить связь с древесиной, листовым опадом, корнями и плодовым телом.

Плодовые тела грибов. В субстрате завершился определённый этап размножения гриба. Но это не означает, что гриб полезен дереву или появился благодаря хорошему состоянию леса. Нужно определить субстрат: почва, корень, пень или ветвь. Не следует трогать неизвестные грибы без

необходимости.

Ходы, копролиты и мелкие гранулы. Вероятно, работают дождевые черви или другие почвенные животные. Однако количество ходов не является универсальной мерой качества почвы. Стоит сравнить глубину ходов, влажность и сохранность подстилки.

Частично измельчённые листья, истончённые края, неоднородная подстилка. Это может указывать на механическое и микробное разложение. Но нельзя заключать, что все элементы уже доступны растениям. Нужно проверить, не слишком ли сухой или переувлажнённый слой.

Лужи после дождя при отсутствии естественного понижения. Возможны поверхностное уплотнение или слабая водопроницаемость. Нельзя считать участок постоянно переувлажнённым по одному наблюдению. Важно посмотреть, как быстро вода уходит, и сопоставить это с плотностью почвы.

Корни идут горизонтально и скапливаются над плотным слоем. Вероятны подземное препятствие, уплотнение или высокий уровень воды. Это не означает, что дерево непременно погибнет. Следует проверить, повторяется ли признак на участке, и осмотреть состояние кроны.

В рыхлой почве почти нет видимых животных. Их может быть мало из-за сезона, засухи или кислотности, но это не доказывает отсутствия биологической активности. Нужно искать косвенные следы: ходы, фрагментацию, грибные ни-

ти и запах.

Практический осмотр без разрушительного раскопа

Полевая оценка начинается не с лопаты, а с выбора точки. Не сравнивайте середину тропы с влажной низиной и не называйте различие состоянием почвы, пока не учли рельеф, породу, растительность, сезон и историю участка. Для первичного осмотра достаточно выбрать несколько точек: под сомкнутыми кронами, на открытом месте, у края тропы или вырубки, рядом с поваленным деревом. Если есть естественный обрыв корней, выворот старого дерева, нора или промоина, используйте уже открытый профиль.

Первое действие — осмотреть поверхность, не наступая на неё. Отметьте толщину подстилки, наличие голых участков, следы стока, корку, мох, мелкие растения и древесные остатки. Посмотрите, одинаков ли слой листьев в разных местах. Равномерная голая поверхность может быть следствием уборки, вытаптывания, сильного стока или особенностей сухого склона. Объяснение выбирают после сравнения, а не до него.

Второе действие — оценить слоистость. Свежий опад обычно сохраняет форму листа. Ниже лежат потемневшие и частично разрушенные фрагменты. Ещё ниже органика смешивается с минеральными частицами. Чёткие границы между слоями не всегда означают проблему. Они могут отражать сезонный ритм, устойчивый тип подстилки или медленное

разложение. Исчезновение всех переходов на участке, где рядом сохраняются многослойные покровы, уже заслуживает внимания.

Третье действие — проверить влажность и запах. Если доступен небольшой комок с края существующего обнажения, сожмите его. Сухой песок рассыпается сразу, влажная рыхлая почва удерживает форму, насыщенный водой грунт мажется и теряет структуру. Запах оценивают после краткого разлома комка, но не делают вывод только по нему. После длительного дождя почти любая почва будет пахнуть сильнее, а в засуху даже активная почва может казаться почти без запаха.

Четвёртое действие — посмотреть на корни. Не выдёргивайте их и не очищайте ножом. В естественном обнажении отметьте, есть ли тонкие ответвления, сохраняются ли на них мелкие корневые волоски, идут ли корни в глубину или упираются в плотный горизонт. Живой тонкий корень обычно гибкий и светлый либо окрашен в соответствии с видом растения. Чёрные, пустые, легко отслаивающиеся корешки могут быть мёртвыми, но и здесь нужна осторожность: окраска зависит от почвы, породы и возраста корня.

Пятое действие — искать следы животных. Крупные ходы, копролиты и рыхлые конусы на поверхности заметны без увеличения. Для клещей, ногохвосток и большинства нематод нужны лупа или лабораторный анализ, но их деятельность можно оценивать косвенно: по неоднородной под-

стилке, мелкой фрагментации, грибным нитям, рыхлым комочкам и быстрому исчезновению отдельных растительных остатков. Один найденный червь ничего не сообщает обо всей почвенной сети, как один муравейник не описывает лес.

Шестое действие — отделить видимое от предположительного. Для каждой точки запишите четыре строки.

Наблюдается: плотная корка, лужа, горизонтальные корни, тонкий слой листьев.

Возможная причина: уплотнение поверхности после нагрузки или слабая водопроницаемость.

Другие причины: тяжёлая глина, сезонное переувлажнение, естественный склоновый сток.

Следующая проверка: сравнить точку с ненарушенным участком на том же рельефе и посмотреть, сохраняется ли вода спустя несколько часов или дней.

Так выглядит рабочий алгоритм чтения почвы. Он не требует выкапывать большую яму и разрушать корни. Его задача — не мгновенно назвать всех организмов, а найти ограничение: не хватает ли воздуху пространства, воде — времени для проникновения, органике — запаса, почве — пор или растениям — доступных элементов.

Проверка на месте: рыхлость и вода

Есть простой тест, который помогает увидеть разницу между рыхлой и уплотнённой почвой. После умеренного дождя или накануне, когда грунт не пересох и не превратился в грязь, выберите два участка одинакового размера. Не ходите

по ним заранее. Поставьте на поверхность невысокое кольцо из подручного материала или просто вылейте одинаковый небольшой объём воды на ограниченную площадку. Затем наблюдайте, что происходит.

Если вода быстро исчезает без заметного стока, это может означать хорошую проницаемость. Но то же самое бывает на сухом песке, который плохо удерживает влагу. Если вода стоит долго, возможны уплотнение, глинистый состав или естественно высокий уровень грунтовых вод. Если она уходит по поверхности, вероятны корка, уклон или разрушение верхних пор. Поэтому тест становится полезным только вместе с оценкой структуры и подстилки.

Другой тест — взять небольшой комок с уже открытого края и осторожно растереть его. Почва, которая распадается на неодинаковые комочки, обычно имеет более сложную структуру, чем однородная пыль или плотная пластичная масса. Но песчаный грунт может быть рыхлым даже при низком содержании органики, а тяжёлая глина — сохранять крупные комки без активной работы червей. Результат снова нужно читать вместе с корнями, влагой и слоем опада.

Невидимое не равно мистическому

Подземные процессы труднее наблюдать, чем движение птицы или рост листа, поэтому вокруг них легко возникают объяснения, которые нельзя проверить. Метафора «лесного интернета» соединяет в одну картину гифы, корни, химические сигналы, обмен углеродом и поддержку молодых рас-

тений. Но эти явления имеют разную природу и разную степень доказанности.

Физическое соединение — один факт. Передача вещества — другой. Изменение поведения растения — третий. Польза для всей системы — четвёртый. Между ними нельзя ставить знак равенства.

Грибная сеть может переносить вещества и одновременно конкурировать с корнями за ресурсы. Корень может получать от гриба фосфор и отдавать углерод, но часть углерода будет использована самим грибом для роста. Дождевой червь может улучшать структуру почвы и нарушать устойчивый слой подстилки на другом участке. Бактерии могут помогать высвобождать элементы и становиться пищей для организмов, повреждающих корни. Один и тот же процесс меняет значение в зависимости от масштаба и условий.

Такой взгляд не обедняет лес. Напротив, он делает его сложнее и точнее. Лес не нуждается в единой программе взаимопомощи, чтобы оставаться связной системой. Связность возникает потому, что организмы используют одни и те же потоки, меняют среду друг для друга, конкурируют и иногда получают взаимную выгоду. Здесь нет обязательной гармонии, но есть устойчивые зависимости.

Что можно увидеть сверху

Подземные процессы оставляют наземные следы, хотя ни один из них не является полным отчётом о происходящем. Крона с редкими листьями может указывать на проблемы

корней, но также быть следствием засухи, вредителей или возраста дерева. Молодые растения, сосредоточенные отдельными пятнами, могут следовать за участками с подходящей влажностью, микоризой, щелями в подстилке или нужным освещением. Массовое появление грибов после дождя говорит о сочетании влажности и готовности плодовых тел, но не даёт оценки всей почве.

Косвенные признаки полезно объединять в цепочку.

Если на участке сохраняется многослойная подстилка, почва имеет комковатую структуру, корни распределены не только у поверхности, а вода после дождя просачивается без сильного стока, можно предположить, что поровое пространство и круговорот органики работают относительно устойчиво.

Если подстилка оборвана, поверхность уплотнена, вода стоит или быстро уходит ручейками, корни идут горизонтально, а под ними лежит плотный слой, вероятно, ограничивающим фактором стало нарушение структуры.

Если видны грибные нити, но почва сухая и лишена органики, нельзя объявлять участок хорошо обеспеченным микоризой. Гриб сохраняется там, где есть подходящий субстрат, однако это не означает, что корни получают достаточно воды или элементов.

Если много червей, но подстилка почти отсутствует и почва оголена, один положительный сигнал не отменяет потери покрова. Если червей не видно, но слой опада неоднороден,

есть мелкие ходы и корни хорошо распределены, отсутствие крупного животного не должно становиться отрицательным диагнозом.

Полевой осмотр заканчивается не красивым названием, а решением о следующем шаге. При признаках уплотнения нужно сравнить участок с контрольной точкой и определить, постоянен ли эффект. При подозрении на переувлажнение — выяснить, связан ли он с рельефом или возник из-за перекрытого стока. При интересе к микоризе — не рассматривать белые нити как доказательство, а использовать специализированный анализ. При оценке разложения — наблюдать сезонную динамику, а не делать вывод по одному дню.

Видимая часть леса держится на подземной работе, но эта работа не сводится к тайной помощи между деревьями. Грибы образуют мицелий и плодовые тела, вступают в микоризные связи, разлагают древесину и конкурируют с другими организмами. Корни меняют почву выделениями и получают ресурсы от партнёров, но одновременно сталкиваются с патогенами и нехваткой кислорода. Дождевые черви, клещи, ногохвостки, нематоды, бактерии и другие организмы дробят, поедают, преобразуют и переносят органику. Подземный мир поддерживает лес не благодаря универсальной солидарности, а благодаря множеству конкретных процессов, которые вместе создают потоки веществ и структуру среды.

Когда эти процессы разобраны, следующий вопрос становится неизбежным: кто получает ресурс первым, кто превра-

щает его в новую форму, кто питается теми, кто уже переработал органику, и почему в одной цепочке обмен поддерживает жизнь, а в другой превращается в конкуренцию. Именно к этому ведёт следующий шаг — рассмотреть лес как систему питания, где каждый участник одновременно может быть потребителем, источником и ограничителем для другого.

Кто кого кормит

Лес уже показал себя как система отношений: дерево связано с почвой, соседями, грибами, животными и мёртвой древесиной. Теперь можно проследить не только, кто с кем связан, но и что именно движется по этим связям. Подземные нити, следы укусов, опавшие листья и остатки добычи складываются в карту потоков: энергия приходит в лес одним путём, а вещество снова и снова переходит из одной формы в другую.

Начнём с небольшой порции солнечного света, упавшей на лист берёзы.

Свет входит в лес

Большая часть солнечного света, который достигает леса, не превращается в пищу. Он отражается от листьев, проходит между кронами, нагревает кору, почву и воздух. Но часть света поглощается пигментами листьев и участвует в фотосинтезе. Фотосинтез — это процесс, в котором растение использует световую энергию, воду и углекислый газ для создания органических веществ.

Солнечная энергия не хранится в листе как готовый запас. Она приводит в действие химические реакции, благодаря которым растение собирает молекулы сахаров. Эти вещества нужны ему самому: из них строятся клеточные стенки, корни, древесина и семена; за их счёт работают клетки и

поддерживается дыхание. Часть сахаров расходуется сразу, часть переносится в другие органы, а часть превращается в крахмал и откладывается про запас.

Если световая порция участвовала в создании органического вещества, перед ней открывается несколько возможных маршрутов.

Она может оказаться в новом листе. Лист съест гусеница или жук-листоед. Насекомое станет добычей птицы, землеройки или паука. Птица принесёт часть вещества птенцам, а другую часть энергии израсходует на полёт, поддержание температуры тела и поиск нового корма.

Та же порция может попасть не в животное, а в опавший лист. Он высохнет, намокнет, будет разорван дождевыми червями, мокрицами и другими почвенными животными, а затем станет материалом для грибов и бактерий. В другой сезон эта же доля вещества может оказаться в семени, тонкой ветке, корне или древесине ствола.

Эти маршруты не стоит представлять в виде одной заранее проложенной линии. Лес не передаёт солнечную энергию по единственному каналу. Каждый лист, плод, корень, кусок коры или труп животного сразу включён в несколько возможных путей.

Здесь важно разделить два потока, которые часто смешивают в разговоре о природе.

Энергия проходит через систему и постепенно рассеивается. Растение запасает её в химических связях, животное

получает часть этой энергии при поедании, а затем расходует её на движение, рост и дыхание. При дыхании энергия высвобождается, и значительная её доля уходит в окружающую среду в виде тепла. В конце концов она уже не возвращается в лист и не ходит по лесу по кругу.

Вещество ведёт себя иначе. Углерод из листа может перейти в гусеницу, затем в птицу, а потом в почву или атмосферу. Азот, фосфор, калий и другие элементы переходят из почвы в растение, из растения в животное, из животного в труп и снова в почву. Они не исчезают после того, как лист опал или животное погибло. Меняются их форма, доступность и место нахождения.

Поэтому точнее говорить не о «круге энергии и вещества», а о потоке энергии и круговороте вещества. Энергия проходит через лес, а элементы многократно включаются в новые соединения.

Упражнение: проследить один лист

Для первого наблюдения не нужно знать названия всех организмов. Достаточно выбрать лист на земле или ветку с несколькими листьями и построить для неё несколько возможных маршрутов.

Запишите четыре пункта.

Первый: откуда пришло исходное вещество? Для листа это углекислый газ из воздуха, вода, минеральные элементы из почвы и солнечная энергия.

Второй: кто может использовать лист, пока он жив? Это

могут быть гусеницы, жуки-листоеды, улитки, тли, крупные травоядные и организмы, вызывающие болезни растений.

Третий: что произойдёт с листом после опадания? Его могут быстро съесть почвенные животные, раздробить дождь и снег, заселить грибы, частично унести вода, а может быть, он останется в подстилке до следующего сезона.

Четвёртый: какие элементы выйдут из листа дальше? Часть углерода уйдёт в атмосферу при дыхании разрушителей, часть останется в органических остатках почвы. Азот и минеральные вещества могут стать доступными корням, но не обязательно сразу и не обязательно тому же дереву.

Полезно разделить записи на три колонки: «видно непосредственно», «вероятное объяснение», «пока неизвестно». Следы отверстий на листе относятся к первой колонке. Предположение о том, что лист съела гусеница, — ко второй, если самой гусеницы рядом нет. Вопрос о том, куда ушёл азот после разложения, — к третьей, если не проводилось специальное исследование.

Такое простое разделение защищает от первой типичной ошибки: не позволяет принять удобную догадку за наблюдение. Следы поедания говорят о потребителе, но не всегда позволяют определить его вид. Белый налёт на листе указывает на деятельность какого-то организма, однако без дополнительного осмотра не доказывает наличие конкретной болезни. Исчезновение листа из подстилки тоже не означает автоматически, что его «забрали корни»: между опадом и

корнем стоят десятки процессов.

Четыре вида лесной пищи

Слово «пища» в лесу скрывает несколько разных ресурсов. Лист, семя, ствол и труп животного нельзя помещать в одну категорию только потому, что ими кто-то питается.

Живые зелёные ткани

Листья и молодые побеги доступны травоядным животным, насекомым и микроорганизмам, вызывающим заболевания. Листовая ткань обычно богата легко используемыми соединениями, но содержит и защитные вещества: горечи, смолы, дубильные соединения, кристаллы и волокна. Поэтому одно и то же растение может быть привлекательным для определённого насекомого и почти непригодным для другого.

Повреждённый лист продолжает работать, если сохранилась значительная часть ткани. Но поедание меняет его дальнейшую судьбу. Оно может снизить фотосинтез, ускорить старение и заставить растение направить оставшиеся ресурсы на защиту или восстановление. При этом умеренное повреждение не всегда означает гибель дерева: растение способно компенсировать часть потерь, выпустив новые листья или перераспределив внутренние запасы.

Семена и плоды

Семя содержит не только будущий росток, но и запас веществ для первых этапов его жизни. Орехи, жёлуди, ягоды и крылатки используют разные потребители. Одни животные

съедают их сразу, другие переносят и прячут, третьи повреждают оболочку так, что семя теряет способность к прорастанию.

Один и тот же зверь может быть для дерева одновременно потребителем и распространителем. Если плод съеден целиком и семя разрушено, растение потеряло потомка. Если семя перенесено на подходящее место и осталось неповреждённым, животное стало участником расселения. Поэтому стрелка «дерево — животное» не всегда означает только ущерб. Она может вести к разным результатам, зависящим от размера плода, поведения животного, расстояния и условий почвы.

Древесина, кора и корни

Древесина выглядит неподвижной и малопитательной, но для многих организмов это долгосрочный ресурс. В ней живут и кормятся личинки насекомых, её заселяют грибы, часть коры используют беспозвоночные, а корни становятся пищей для почвенных животных и паразитических организмов.

Свежая древесина и трухлявый ствол — это разные среды. В свежей древесине больше плотных структур и защитных соединений. В старом стволе уже появились трещины, ходы, полости, слои грибного мицелия и участки размягчённой ткани. Одно упавшее дерево меняется годами, и на каждом этапе поддерживает свой набор организмов.

Трупы животных и отходы жизнедеятельности

Погибшая мышь, перо, панцирь насекомого, помёт и остатки добычи быстро включаются в отдельную сеть. Падаль используют вороны, лисицы, куницы, жуки-мертвоеды, личинки мух и другие организмы. Мягкие ткани исчезают быстрее, кости и шерсть сохраняются дольше. Влажность, температура, доступ воздуха и размер остатка определяют, какой процесс окажется главным.

Здесь особенно заметно, почему разрушители не являются последним звеном. После их работы остаются углекислый газ, минеральные соединения, устойчивые органические остатки, тепло и новые участки среды. Труп не просто «исчезает». Он становится временным центром активности, а затем передаёт вещество почве, растениям, воздуху и другим организмам.

Упражнение: четыре ресурса на одном участке

Выберите участок размером примерно с небольшую комнату: под старым деревом, на краю поляны или рядом с лесной тропой. Не пытайтесь перечислить все виды. Найдите хотя бы по одному примеру каждого из четырёх ресурсов.

Живой ресурс: лист, зелёный побег, почка или цветок.

Семенной ресурс: желудь, ягода, орех, шишка или другое семя.

Древесный ресурс: ветка, кусок коры, пень, корень или поваленный ствол.

Мёртвый органический ресурс: опавшие листья, перо, труп насекомого, помёт или остатки плода.

Для каждого примера запишите не только возможного потребителя, но и скорость изменения. Лист с отверстиями может измениться за несколько дней. Толстая ветка — за годы. Труп мелкого насекомого — за короткий срок, хотя его оболочка способна сохраняться дольше мягких тканей.

Здесь часто ошибаются, считая, что самый заметный ресурс и есть самый важный. Толстый ствол бросается в глаза, но тонкий слой опада может кормить гораздо больше организмов в течение всего сезона. С другой стороны, небольшая падаль иногда ненадолго концентрирует азот и привлекает множество потребителей. Масштаб объекта и его роль не совпадают автоматически.

Пищевые цепи и пищевые сети

Пищевой цепью называют последовательность передачи вещества и энергии через поедание: растение — гусеница — птица — хищник. Такая схема удобна, когда нужно быстро объяснить один маршрут. Она помогает увидеть, что хищник зависит от добычи, а добыча — от доступного корма.

Но цепь слишком легко превращается в ложную картину леса. Гусеницами питаются не только птицы: их могут есть пауки, жуки, змеи, землеройки, осы и другие животные. Одна птица использует несколько видов насекомых, семена и ягоды. Лиса получает энергию не из одной добычи: в разные сезоны в её рационе могут быть грызуны, птицы, падаль, земноводные и плоды.

Пищевая сеть — это совокупность пересекающихся

маршрутов передачи вещества и энергии между организмами, мёртвой органикой и средой. В ней есть не только отношения «кто кого съел», но и использование опада, падали, древесины, помёта, нектара и корневых выделений.

Направление стрелки нужно задавать заранее. Если стрелка показывает движение ресурса к потребителю, она идёт от листа к гусенице, от гусеницы к птице, от трупа к личинке. Если стрелка показывает возврат элементов, она идёт от разрушителей и почвы к растению. Смешивание разных значений стрелок делает карту красивой, но бесполезной.

На рабочей карте удобно использовать шесть типов стрелок.

Зелёная стрелка показывает превращение света в органическое вещество растения.

Жёлтая стрелка показывает поедание живого корма: листа, семени, побега, нектара или живого животного.

Красная стрелка показывает хищничество.

Коричневая стрелка показывает использование мёртвой органики: опада, древесины, трупа или помёта.

Серая стрелка показывает разложение и переход вещества к грибам, бактериям и почвенным животным.

Синяя стрелка показывает возврат доступных элементов из разрушенной органики и почвы к растениям. Это не означает, что любой элемент сразу поглощается корнем. Стрелка обозначает появление потенциально доступного ресурса, а не гарантированный результат.

Карта питания должна показывать не только живые организмы. Если на ней есть листья и животные, но нет опада, древесины, трупов и почвы, это карта охоты, а не карта лесного питания.

После грозы

На участке после сильного ветра особенно хорошо видно, как один объект меняет свою роль. Вчера живая ветка находилась в кроне. Её листья получали свет, испаряли воду и создавали органическое вещество. По ветке перемещались соки, на коре могли кормиться насекомые, а в трещинах прятались мелкие животные.

После падения ветка перестаёт быть частью работающей кроны. Но её значение не исчезает. Она ложится на влажную почву, создаёт тень, удерживает воду и становится укрытием для беспозвоночных. На тонких ветвях быстрее появляются грибные нити и бактерии, толстая древесина сохраняется дольше. Под корой формируются ходы личинок, а в пустотах могут зимовать насекомые.

Через несколько лет прежняя ветка уже не похожа на исходный объект. Часть углерода ушла в атмосферу при дыхании разрушителей, часть перешла в почву, а часть сохранилась в устойчивых остатках древесины. Минеральные элементы стали доступнее растениям, но могли быть поглощены травами, мхами и молодыми деревьями или унесены водой.

Если убрать с участка все упавшие ветви, изменится не только количество древесины. Исчезнут укрытия, сократит-

ся влажная микросреда, станет меньше мест для развития личинок и грибов, изменится структура подстилки. Некоторые процессы ускорятся из-за лучшего проветривания, другие замедлятся из-за потери влаги и субстрата. Один хозяйственный жест затронет сразу несколько уровней сети.

Каскад без преувеличений

Исчезновение одного звена может изменить систему, но слово «каскад» нельзя использовать как обещание неизбежной катастрофы. Результат зависит от масштаба потери, времени года, наличия заменителей, размера территории и способности других организмов занять освободившуюся роль.

Представим три ситуации.

Если на небольшом участке резко уменьшилось количество гусениц, насекомоядные птицы могут временно переключиться на жуков, пауков или семена. Тогда питание птиц сохранится, но изменятся состав рациона и нагрузка на другие виды. Листья могут повреждаться меньше, однако это не обязательно приведёт к заметному росту деревьев: значение повреждения зависит от сезона и размера популяции гусениц.

Если исчез один вид гриба, разлагающий опавшие листья, его функцию могут частично взять на себя другие грибы, бактерии и почвенные животные. Разложение не обязательно остановится. Но скорость процесса, химический состав доступных соединений и место, где они высвободятся, могут измениться. Если исчезла не одна разновидность, а целая

группа организмов с похожей ролью, запас прочности будет ниже.

Если стало меньше крупного хищника, численность некоторых травоядных может вырасти. Тогда молодые деревья окажутся под большей нагрузкой, особенно на участках с малым количеством укрытий и ограниченным кормом. Но рост численности не гарантирован: на него повлияют болезни, конкуренция, суровая зима, доступность пищи и деятельность человека. Иногда хищник меняет не только количество добычи, но и её поведение: животные реже выходят на открытые места и меньше задерживаются у молодых побегов. При исчезновении хищника может исчезнуть именно этот эффект осторожности.

В каждой ситуации нужно проверить как минимум четыре вопроса.

Первый: что именно исчезло — один вид, группа видов, ресурс или процесс?

Второй: был ли у исчезнувшего звена заменитель?

Третий: какой участок и какой сезон затронуты?

Четвёртый: какие признаки покажут изменение — количество следов поедания, состав опада, состояние молодых деревьев, численность добычи или скорость разрушения древесины?

Упражнение: мысленно убрать одно звено

Выберите один неприметный элемент на знакомом участке: старое дуплистое дерево, слой листового опада, насе-

комое, хищную птицу, куст с ягодами или упавший ствол. Представьте не полное исчезновение леса, а уменьшение его количества наполовину.

Затем постройте три сценария.

Сценарий с сильной заменой: другие организмы берут на себя большую часть функции.

Сценарий с частичной заменой: процесс продолжается, но медленнее или в другом месте.

Сценарий с малой заменой: меняются сразу несколько связей, например доступность пищи, влажность укрытий и состояние молодых растений.

После этого запишите, что можно наблюдать через неделю, месяц и год. Через неделю после уменьшения количества опада может измениться влажность почвы, но состав деревьев останется прежним. Через месяц могут появиться различия в активности почвенных животных. Через год станет заметнее влияние на прорастание семян и состояние всходов.

Главная ошибка этого упражнения — строить прямую цепочку: исчез вид А, значит обязательно исчезнет вид Б, а затем вид В. В реальной сети стрелки разветвляются, а связи имеют разную силу. Некоторые виды зависят от одного ресурса, другие используют несколько. Одни процессы быстро компенсируются, другие зависят от редкого сочетания условий.

Карта участка

Теперь можно собрать все наблюдения в одну схему. Для первого опыта достаточно участка площадью около двадцати на двадцать метров. Не выбирайте место, которое слишком трудно обозреть: лучше начать с опушки, поляны или пространства под несколькими деревьями.

Сначала нанесите крупные объекты: деревья, кусты, травяной покров, мхи, открытую почву, слой опада, пни и поваленные стволы. Затем добавьте видимые следы использования: отверстия в листьях, погрызы коры, семена со следами повреждения, паутину, помёт, перья, ходы под корой и скопления муравьёв.

После этого разделите карту на три слоя.

Слой живого корма включает листья, побеги, семена, плоды, нектар и животных, которых можно увидеть или определить по следам.

Слой мёртвой органики включает опавшие листья, древесину, кору, трупы, перья, помёт и остатки плодов.

Слой разрушителей и среды включает грибы, бактерии, почвенных животных, влажную подстилку, минеральную почву и корни. Бактерии не всегда можно увидеть, поэтому их присутствие обозначается как вероятное, если есть подходящий процесс: разложение, запах, изменение ткани или образование перегноя.

Теперь проведите стрелки.

От солнца к зелёным частям растений направьте зелёные стрелки.

От листьев, побегов, семян и плодов к травоядным и другим потребителям направьте жёлтые стрелки.

От насекомых к птицам, от грызунов к хищным животным, от мелких животных к более крупным направьте красные стрелки.

От опада, древесины, падали и помёта к организмам, которые их используют, направьте коричневые стрелки.

От мёртвой органики к грибам, бактериям и почвенным животным направьте серые стрелки.

От разрушителей и почвы к растущим растениям направьте синие стрелки, обозначая доступность элементов.

Не соединяйте всё со всем. Если связь только предполагается, нанесите её тонкой линией или подпишите: «возможный потребитель», «нужно проверить», «неясно, кто оставил след». Карта с двадцатью надёжными связями полезнее, чем карта со ста догадками.

Разберите готовую схему в трёх направлениях.

Спросите, откуда на участке приходит энергия. Обычно ответ связан с освещёнными листьями, но густая тень, сезон и высота кроны меняют картину.

Спросите, какие ресурсы покидают участок. Их могут уносить животные, вода, ветер и человек. Птица съедает ягоду и улетает; ручей вымывает растворённые соединения; уборка удаляет опад и древесину.

Спросите, какие ресурсы возвращаются или создаются внутри участка. Это отмершие листья, помёт, трупы, корне-

вые выделения, разрушенная древесина и элементы, высвобождённые в почве.

Проверка реальности

Карту полезно сверять не один раз, а в разные сроки. Весной на ней появятся цветы, молодая зелень и активные насекомые. Летом возрастёт роль листьев, плодов и теневых укрытий. Осенью усилится поток опада и семян. Зимой живых зелёных ресурсов станет меньше, но останутся кора, почки, семена, древесина и подстилка.

Один и тот же участок зимой может выглядеть почти пустым, хотя под снегом продолжают процессы разложения и перемещения вещества. Отсутствие видимых животных не означает отсутствия питания. Многие потребители скрыты в почве, коре, трещинах древесины или под слоем листьев.

Чек-лист карты питания

Перед тем как считать карту законченной, проверьте следующее.

Есть ли на ней источник энергии — освещённые растения?

Показаны ли разные живые ресурсы, а не только листья?

Отмечены ли семена, плоды и древесина?

Есть ли мёртвые листья, падаль, помёт или другие остатки?

Разделены ли стрелки по смыслу: поедание, хищничество, использование мёртвой органики, разложение и возврат элементов?

Показаны ли разрушители, даже если их нельзя определить до вида?

Отмечено ли, где наблюдение, а где предположение?

Есть ли хотя бы одна связь, которую нужно проверить при повторном посещении?

Учтена ли возможность заменителей, если один участник уменьшится?

Понятен ли маршрут вещества после смерти организма?

Последний вопрос обычно меняет взгляд на лес сильнее всего. Мы привыкли считать смерть завершением истории отдельного организма. Для лесной системы это начало другой фазы. Лист после опадания перестаёт быть листом, но становится кормом, укрытием, частью почвы и источником элементов. Погибшее животное перестаёт быть потребителем и превращается в ресурс для падальщиков, разрушителей и растений, которые позже используют высвободившиеся соединения. Ветка теряет связь с кроной, но приобретает десятки новых связей на земле.

Поэтому у пищевой цепи нет отдельного конца. Последний хищник не закрывает маршрут: его труп, помёт и остатки добычи продолжают движение вещества. Разрушители не обрывают историю питания, а переводят её в другую форму. Чтобы увидеть лес целиком, нужно смотреть не только на пасть хищника и не только на зелёный лист, но и на то, что остаётся после каждого поедания.

Следующий шаг — внимательнее рассмотреть тех, кто де-

лает эту смену форм возможной. Грибы могут быть партнёрами живых растений, переработчиками древесины и опада, а иногда — конкурентами или паразитами. Их роль нельзя свести к одной стрелке на карте: для разных ресурсов и условий она меняется.

Грибы: союзники, переработчики и конкуренты

После того как лес прочитан как сеть отношений, гриб перестаёт быть пятном на коре или шляпкой, которую достаточно отнести к категории «съедобный» или «ядовитый». За видимым плодовым телом скрывается организм, способный жить на корне, проникать в древесину, конкурировать с соседним мицелием, становиться пищей животного и менять свою роль по мере старения дерева. Поэтому один и тот же гриб в разных точках леса может быть союзником, разрушителем, паразитом и ресурсом для других организмов.

Одна колония у одного ствола

Представим участок елово-берёзового леса после ветровала. На краю поляны стоит ель с разреженной кроной. Нижние ветви ещё живы, но хвоя бледнее, чем у соседних деревьев. У корневой шейки видны плотные пучки небольших грибов, а под отставшей корой в нижней части ствола обнаруживаются светлые веерообразные нити. Рядом лежит поваленная ель: древесина под корой влажная, местами потемневшая, на поверхности заметны следы насекомых и несколько плодовых тел.

Для случайного наблюдателя это один сюжет: «на елях растут опята». Для эколога здесь возникает сразу несколь-

ко вопросов. Гриб находится на живом дереве или уже использует мёртвую ткань? Он недавно проник в корни или давно живёт в древесине? Плодовые тела принадлежат одному мицелию или нескольким видам? Насекомые объедают гриб, переносят его споры или просто используют поражённую древесину? Почему одна ель ослабла, а соседняя пока выглядит здоровой?

В качестве рабочего примера возьмём грибы рода *Armillaria*, к которому относятся виды, обычно называемые опятами. Народное название объединяет несколько близких видов и не заменяет точного определения. В поле по одной шляпке нельзя надёжно установить ни вид, ни границы конкретной грибной колонии. Но с функциональной точки зрения этот пример хорошо показывает, как меняются роли гриба: представители рода могут поражать живые корни, разлагать мёртвую древесину, формировать плодовые тела, которыми питаются животные, и конкурировать с другими грибами за тот же ствол.

Для дерева такая колония начинается не со шляпки, а с контакта между корневой системой и мицелием. Гриб получает органические вещества, произведённые деревом в листьях и хвое. Если мицелий проникает в живые корни и нарушает движение воды и минеральных веществ, взаимодействие становится паразитическим. Дерево несёт издержки: часть корней теряет проводимость, повреждается камбий, ухудшается снабжение кроны. При сильном поражении де-

рево может погибнуть не сразу. Сначала оно хуже переносит засуху, переувлажнение, затенение или повреждение насекомыми. В этом случае гриб не обязательно становится единственной причиной ослабления, но его присутствие уменьшает запас прочности дерева.

Под корой поражённого участка иногда формируются светлые мицелиальные прослойки, а в почве могут развиваться тёмные ризоморфы, плотные тяжи, по которым гриб распространяется между участками субстрата. Эти признаки помогают выдвинуть гипотезу, но сами по себе её не доказывают. Похожее изменение окраски древесины вызывают разные грибы, а внешнее ослабление дерева может иметь несколько причин. Диагноз строится по совокупности признаков: состоянию корней, характеру гнили, расположению плодовых тел, динамике усыхания и присутствию грибных структур.

Теперь переведём взгляд на поваленный ствол. После гибели дерева отношения меняются, хотя мицелий может продолжать существовать в той же древесине. У живого дерева главным ресурсом для гриба были свежие органические соединения и ткани корня. У мёртвого ствола ресурсом становятся древесина, кора, влажные внутренние участки и соединения, которые постепенно высвобождаются при разрушении клеточных стенок. Гриб уже не извлекает углерод из работающей корневой системы, а перерабатывает накопленный материал.

Такой переход не означает, что гриб «сменил характер». Изменился субстрат, а вместе с ним и баланс взаимодействия. На живом дереве тот же организм выступал как патоген или паразит. На мёртвом стволе он действует как сапрофит, то есть использует мёртвую органику. Гриб выделяет ферменты, разрушает компоненты древесины, ослабляет структуру волокон, меняет влажность и химический состав субстрата. Благодаря этому другие грибы, бактерии и беспозвоночные получают доступ к участкам, которые раньше были для них недоступны.

Третий взгляд принадлежит животному, ищущему пищу. Плодовое тело для него не знак болезни дерева и не объект ботанической классификации, а временный питательный ресурс. Им могут пользоваться личинки насекомых, слизи, клещи, ногохвостки, мелкие млекопитающие и другие обитатели леса. Одни животные объедают шляпки, другие заселяют ткани личинками, третьи питаются мицелием в древесине или почве. Для животного важны белки, липиды, минеральные вещества и вода, а не экологическая репутация гриба.

Если часть плодовых тел съедена, гриб не обязательно теряет способность размножаться. Плодовые тела образуются не одновременно, а споры могут разноситься ветром. Животные иногда механически переносят споры и фрагменты мицелия, но их участие зависит от конкретного вида и условий. Нельзя автоматически заключать, что каждое животное,

съевшее гриб, стало его распространителем. В одном случае оно уменьшает число спор, в другом переносит их, а в третьем просто использует гриб как кратковременный корм.

Один участок, три баланса

В этой сцене слово «польза» каждый раз означает разное. Для дерева заражение корней становится издержкой. Для гриба получение органического углерода оказывается выгодой. Для поваленного ствола разрушение древесины означает не ущерб, а переход вещества в новые формы. Для животного плодовое тело служит пищей. Для другого гриба древесина, освобождённая ферментами, становится возможностью занять субстрат.

Так разрушается удобная, но грубая схема, согласно которой гриб бывает либо полезным, либо вредным. Чтобы понять его экологическую роль, нужно уточнить как минимум три вещи.

Во-первых, с кем происходит взаимодействие. Один и тот же гриб может быть выгоден растению, которое получает минеральное питание через микоризу, и вреден соседнему дереву, чьи корни он поражает. Он может быть пищей для насекомого и конкурентом для другого гриба.

Во-вторых, на каком субстрате находится гриб. Живой корень, отмершая ветвь, стоящий сухостой, лежащий ствол, лесная подстилка и плодовое тело представляют собой разные среды. Гриб, живущий на древесине, не обязательно выполняет одну и ту же работу на всех её участках.

В-третьих, на какой стадии находится взаимодействие. Поражение может оставаться скрытым, а затем перейти в активную болезнь. Разложение может начинаться в заболони, а позже охватывать сердцевину. Плодовое тело появляется на короткое время, тогда как мицелий существует годами.

Союз с корнем: микориза без романтической легенды

Самая известная роль грибов в лесу связана с микоризой. Микориза представляет собой устойчивое сожительство грибного мицелия с корнями растения, при котором происходит обмен веществ. У многих деревьев умеренной зоны, включая сосну, ель, берёзу и осину, распространена эктомикориза. Мицелий окружает тонкие корневые окончания и проникает в промежутки между клетками, не разрушая их. У травянистых растений и части древесных пород часто встречается арбускулярная микориза: в этом случае гриб формирует разветвлённые структуры внутри клеток корня.

Дерево отдаёт грибу часть углерода, зафиксированного при фотосинтезе. Гриб расширяет зону поиска воды и минеральных веществ, помогает извлекать из почвы фосфор, азот и микроэлементы, участвует в обмене органических соединений. В некоторых случаях микоризные грибницы затрудняют проникновение патогенов в корень или меняют химические сигналы растения. Но наличие микоризы ещё не означает, что обмен всегда одинаково выгоден для обеих сторон.

Растение платит углеродом. Если почва богата доступным азотом и фосфором, преимущество дополнительной грибной сети может уменьшаться. При засухе гриб способен помогать получать воду, но при сильном повреждении корней или дефиците углерода обмен нарушается. На результат влияют вид дерева, вид гриба, температура, влажность, кислотность почвы и состав соседнего сообщества.

Отсюда следует практическое правило: гриб рядом с корнем не обязательно является микоризным. На корне могут находиться случайные споры, сапротрофы, патогены, эндифиты и организмы, использующие лишь отмершие клетки. Подтверждение микоризы требует анализа корневых окончаний, структуры колонизации и, при необходимости, лабораторных методов. Одна шляпка под деревом показывает только то, что в данном месте сформировалось плодовое тело. Она не сообщает автоматически, какой обмен происходит под землёй.

У микоризного гриба есть и другие роли. Его плодовое тело может стать пищей для белки, мышевидного грызуна или личинок насекомых. Его мицелий конкурирует с другими грибами за корневые окончания. В одном лесу несколько видов микоризных грибов могут занимать разные корни одного дерева, сменять друг друга и вытеснять конкурентов при изменении влажности или состава почвы. Для дерева это не единый «подземный интернет», а набор конкретных контактов с разной стоимостью и разным результатом.

Когда гриб разрушает древесину

После смерти ветви или дерева начинается другая фаза лесной жизни. Мёртвая древесина сохраняет большое количество углерода, азота и других веществ, но они заключены в прочной структуре. Грибы делают этот материал доступным для последующих участников разложения.

Грибы белой гнили в разной степени разрушают лигнин и целлюлозу. Древесина при этом постепенно светлеет, становится волокнистой и теряет прочность. Грибы бурой гнили преимущественно воздействуют на целлюлозу и гемицеллюлозу, оставляя изменённый лигнин. Древесина часто темнеет, высыхает и растрескивается на характерные кубики. Границы между этими группами полезны как рабочая классификация, но конкретные виды различаются по набору ферментов, скорости роста и предпочитаемому субстрату.

Один ствол не представляет собой однородный кусок древесины. Кора отличается от заболони, заболонь от сердцевины, верхняя сторона бревна от влажной нижней, а место облома ветви от гладкой поверхности. В каждой зоне складывается собственный микроклимат. Поэтому несколько грибов могут одновременно жить на одном стволе, не занимая одну и ту же нишу.

Разрушитель древесины не «убирает мусор» в бытовом смысле. Он переводит сложные соединения в углекислый газ, воду, растворимые вещества, собственную биомассу и химически изменённые остатки. Часть материала становит-

ся пищей для насекомых и других животных. Часть попадает в почву с дождевой водой, а часть сохраняется в устойчивых органических соединениях. Древесина не исчезает одним движением: она проходит через последовательность преобразований.

На стоящем сухостое гриб может создавать полости, ослаблять ветви и менять механическую устойчивость ствола. С точки зрения безопасности рядом с тропой это риск. С точки зрения лесного сообщества появление полостей означает новые укрытия для насекомых, птиц, летучих мышей и мелких зверей. Один и тот же процесс имеет разные последствия в зависимости от расстояния до человека и от того, какую функцию леса рассматривает наблюдатель.

Паразит и патоген: не одно и то же

Паразитизм описывает способ получения ресурсов: организм использует живого хозяина. Патогенность описывает результат для хозяина: нарушение его функций, заболевание, снижение роста или гибель. Эти понятия связаны, но не совпадают полностью.

Гриб может жить на живом растении, не вызывая заметной болезни. Некоторые эндофитные грибы находятся внутри тканей и долго не проявляют себя. При изменении условий, например во время засухи, после повреждения коры, при недостатке питания или заражении другим организмом, равновесие меняется. Тогда тот же комплекс взаимодействий начинает сопровождаться симптомами.

Другой гриб может быть патогеном, но не оставаться паразитом на каждом этапе своего жизненного цикла. Например, он вызывает разрушение тканей, а после гибели поражённого участка продолжает существовать как сапротроф. Поэтому при анализе нужно разделять фазы, а не приклеивать к виду одно постоянное определение.

У лесных деревьев встречаются корневые патогены, вызывающие гниль корней и основания ствола, грибы, поражающие камбий, возбудители язв и некрозов, а также ржавчинные грибы, использующие живые ткани растений. Гриб, вызывающий корневую гниль у хвойного дерева, может не только снижать поступление воды, но и создавать очаг, где повышается вероятность ветровала. Однако одно присутствие плодового тела на стволе не доказывает, что именно этот гриб первым вызвал ослабление. Дерево могло быть повреждено морозом, засухой, насекомыми или механическим воздействием, после чего гриб воспользовался открывшимся ресурсом.

Полевое наблюдение становится точнее, если разделить четыре утверждения.

«Гриб обнаружен на дереве» — прямое наблюдение.

«Гриб живёт в древесине» — гипотеза, требующая признаков колонизации.

«Гриб вызвал гниль» — причинное утверждение, для которого нужно оценить тип разрушения и исключить другие причины.

«Гриб убил дерево» — ещё более сильный вывод, который редко следует из одной находки.

Такая дисциплина особенно нужна в лесу после массового усыхания. Один и тот же патоген может присутствовать на многих деревьях, но тяжесть поражения будет разной. А иногда гриб появляется уже после того, как дерево погибло по другой причине.

Живое дерево, мёртвый ствол и животное: продолжение кейса

Вернёмся к еловому участку. Если *Armillaria* действительно связана с ослабленной елью, на живом дереве её роль можно описать как паразитическую или патогенную. Но когда ель падает, та же мицелиальная система способна продолжить работу в стволе как разрушитель древесины. На третьем этапе её плодовые тела превращаются в сезонную пищу для животных. Одновременно вокруг ствола уже действуют другие грибы, бактерии и насекомые, конкурирующие за влажные ткани.

С точки зрения дерева это история утраты корней и проводящих тканей. С точки зрения ствола — начало разложения. С точки зрения животного — появление доступной пищи. Ни один из этих взглядов не является главным. Они описывают разные потоки вещества и разные издержки.

Что было бы, если ель пока не показывает сильного усыхания? Тогда присутствие грибных структур ещё не даёт права объявлять её больной. Патоген может находиться в скрытой

фазе, а видимые признаки относиться к уже отмершей части корня. Следует наблюдать динамику: меняется ли густота кроны, появляются ли усыхающие ветви, нарушается ли прирост, расширяется ли зона поражения. Если дерево сохраняет устойчивый рост, роль гриба может оставаться локальной или пока не приводить к заметному ущербу.

Что было бы, если плодовые тела выросли на старом пне после вырубki? Тогда наиболее вероятно работа с мёртвым субстратом, но нельзя уверенно говорить, что гриб убил дерево до рубки. Пень мог быть заселён уже после срезания. Для вывода о прежней болезни нужны признаки в корнях, нижней части ствола и древесине, а не только сезонные плодовые тела.

Что было бы, если поваленный ствол вывезли из леса? Тогда исчезает не только запас древесины. Удаляется субстрат для грибов-разрушителей, место питания насекомых, влажное укрытие для мелких животных, будущие полости и источник органического вещества для почвы. Грибная колония может погибнуть или перейти на другой материал, но это не компенсирует мгновенную потерю всей связанной с бревном цепочки. В лесу уборка мёртвой древесины меняет не один объект, а набор отношений вокруг него.

Что было бы, если плодовое тело съел зверёк? Это не переводит гриб автоматически в категорию «полезный». Животное получило питание, но для самого гриба итог зависит от того, было ли съедено большинство плодовых тел, успели

ли они выбросить споры и сохранился ли мицелий в древесине. Для лесного сообщества такая потеря может быть частью обычного оборота: энергия и вещества переходят из грибной ткани в животное, а затем возвращаются в почву и атмосферу через дыхание и выделения.

Гриб как пищевой ресурс

Съедобность — человеческая характеристика, а не основная экологическая роль гриба. Она отвечает на вопрос, можно ли определённым способом использовать плодовое тело человеку. Экология задаёт другие вопросы: кто использует гриб, какую часть организма, в какой момент и что получает взамен.

Многие животные едят не только шляпки. В почве и древесине постоянно присутствуют грибные гифы, которыми питаются мелкие беспозвоночные. Личинки насекомых используют плодовые тела как место питания и развития. Грибы становятся кормом для тех организмов, которые почти никогда не видны человеку: клещей, ногохвосток, микроскопических червей. Эти потребители, в свою очередь, служат пищей для хищников.

Плодовое тело — особенно заметная, но не всегда самая значимая часть грибного организма. Оно может появиться на несколько дней или недель, тогда как мицелий в почве или древесине сохраняется месяцами и годами. Поэтому исчезновение шляпок не означает исчезновения гриба. И наоборот, крупный мицелий может существовать без единого

плодового тела в течение всего сезона.

Некоторые грибы защищаются химическими соединениями, неприятным вкусом, плотной оболочкой или быстрым разрушением после повреждения. Но «ядовитый для человека» не значит «непригодный для всех животных». У разных потребителей различаются ферменты, поведение и устойчивость к токсинам. Поэтому классификация по человеческой съедобности слишком узка для описания лесной пищевой сети.

Вешенка, например, может одновременно быть разрушителем мёртвой древесины и пищевым ресурсом. Некоторые представители рода *Pleurotus* способны ловить мелких почвенных червей с помощью специальных структур и токсинов, то есть получать азот не только из древесины. В одном контексте это сапротроф, в другом — хищник микроскопических животных, в третьем — пища для насекомого или человека. Функция определяется не названием рода, а конкретным взаимодействием.

Конкуренция за древесину

Мёртвый ствол часто представляют как пустой ресурс, который гриб просто заселяет. На самом деле это поле конкуренции. За один участок древесины борются разные грибные колонии, бактерии, личинки насекомых и другие организмы. Они различаются скоростью роста, устойчивостью к высушиванию, набором ферментов и способностью выделять вещества, подавляющие соседей.

Когда две грибницы встречаются, между ними может образоваться зона торможения. Гифы прекращают рост, меняют направление или выделяют соединения, мешающие конкуренту. Один гриб разрушает древесину, но одновременно меняет её химический состав так, что другой получает преимущество. Быстрорастущий вид первым занимает свежий участок, однако позже уступает место медленному специалисту, которому подходит уже размягчённая или обеднённая древесина.

Порядок заселения имеет большое значение. Если гриб попал на свежий обломок раньше других, он может закрепиться в коре и заболони. Если ствол долго лежал сухим, первыми его заселят виды, устойчивые к обезвоживанию. Если нижняя сторона постоянно соприкасается с влажной почвой, состав сообщества изменится. Температура, сезон облома, наличие трещин и толщина коры влияют на результат не меньше, чем вид самого дерева.

Конкуренция не всегда выглядит как прямая борьба. Грибы могут разделять ствол по слоям и участкам: один вид развивается в коре, другой в заболони, третий в сердцевине. В разные годы преимущество получает то один, то другой. Поэтому обнаружение плодовых тел нескольких видов на одном бревне не означает, что кто-то из них обязательно «победил». Ствол может оставаться мозаикой совместного присутствия и смены доминирующих участков.

Конкурируют и микоризные грибы. Корневые оконча-

ния ограничены, а дерево распределяет между симбионтами часть углерода. Один гриб может занять корень, который не достался другому. При этом конкуренция не обязательно вредна для дерева: разные грибы способны обеспечивать доступ к разным формам азота, фосфора или разным слоям почвы. Но если один симбионт требует много углерода и даёт мало пользы в конкретных условиях, баланс для растения может стать неблагоприятным.

Матрица функций гриба

Чтобы не спорить о том, «хороший» гриб или «плохой», удобно описывать его через субстрат, партнёра, выгоды и издержки. Такая матрица не заменяет определения вида, но помогает не путать наблюдение с оценкой.

Партнёрство, например микориза. Основной субстрат или партнёр — живой корень. Гриб получает углерод, а растение — воду и минеральные вещества. Издержка растения состоит в расходовании части продуктов фотосинтеза, причём выгода зависит от условий. При стрессе или изменении питания обмен может ослабнуть.

Разложение. Основной субстрат — мёртвая древесина, подстилка или отмершие ткани. Гриб и последующие разрушители получают доступ к веществам, а почва — органический материал. Древесина при этом теряет прочность. Сапротрофная роль может следовать за паразитической.

Паразитизм. Основной субстрат — живой корень, ствол или другая ткань. Гриб получает ресурсы хозяина, а хозяин

теряет вещества, воду или ткани. После гибели хозяина гриб иногда переходит к разложению.

Патогенез. Основной субстрат — живой организм, в котором нарушаются функции. Гриб получает преимущество за счёт повреждения хозяина, а растение болеет, хуже растёт или погибает. Симптомы могут появиться не сразу и зависеть от стресса.

Пищевой ресурс. Использоваться могут плодовое тело, мицелий или заселённая древесина. Насекомое, млекопитающее или другой потребитель получает питание, а гриб теряет часть биомассы или спор. Потребление может одновременно переносить споры и ограничивать размножение.

Конкуренция. Ресурсом служат тот же корень, ствол, почва или органическое вещество. Победившая колония получает пространство и вещества, а другие грибы и микроорганизмы теряют доступ к субстрату. Результат зависит от влажности, времени заселения и химии древесины.

Одна и та же колония может последовательно попасть в несколько таких категорий. Для *Armillaria* возможна цепочка: паразитизм на живом корне, затем патогенез и ослабление дерева, разложение мёртвого ствола, пищевой ресурс для животных и конкуренция с другими разрушителями. Для микоризного гриба последовательность может выглядеть иначе: партнёрство с деревом, конкуренция за корневые окончания и пищевой ресурс после образования плодового тела. Для вешенки это могут быть разложение древеси-

ны, добыча мелких почвенных животных и пища для потребителей.

Алгоритм полевого чтения

Если гриб встречен в лесу, полезно идти не от названия к выводу, а от наблюдаемого признака к проверяемой функции.

Сначала отделите плодовое тело от самого организма. Запишите, где находятся шляпки или другие спороносные структуры: на живом стволе, у корневой шейки, на пне, на лежащей древесине или в подстилке. Плодовое тело — лишь часть жизненного цикла.

Затем определите субстрат. Живой корень, отмершая ветвь и древесина сухостоя не взаимозаменяемы. Если гриб растёт на живом дереве, проверьте, находится ли он на повреждённой или уже мёртвой ткани.

После этого ищите признаки результата. Для возможной микоризы важны тонкие корни и их состояние. Для разрушения древесины — изменение плотности, тип трещин, цвет и волокнистость. Для патогенеза — динамика кроны, усыхание, некрозы и состояние корней. Для пищевой роли — следы объедания, личинки, отверстия и другие признаки потребления.

Следующий шаг — найти участников взаимодействия. Гриб может быть связан с деревом, насекомым, почвенными беспозвоночными, другим грибом или сразу с несколькими группами. Наличие конкурента особенно вероятно на старой

древесине, где плодовые тела разных видов расположены рядом.

Наконец, определите фазу. Молодой живой ствол, ослабленное дерево, свежий валежник, сухой старый пенёк и трухлявая древесина находятся на разных этапах одной цепи. Роль гриба может измениться вместе с субстратом.

Полезная форма записи выглядит так: «Плодовое тело обнаружено на нижней стороне лежащего ствола; древесина влажная и размягчённая; рядом есть следы насекомых; гриб использует мёртвую органику; влияние на прежнее живое дерево не установлено». Такая запись слабее эффектного вывода «гриб убил ель», но экологически надёжнее.

Дерево решений можно свести к нескольким правилам.

Если гриб находится на тонких корнях без признаков разрушения, проверяйте гипотезу микоризы, но не объявляйте её доказанной только по соседству с деревом.

Если гриб связан с живым корнем, а дерево теряет крону, прирост или устойчивость, рассматривайте патогенную роль и одновременно ищите другие причины стресса.

Если гриб растёт на пне, валежнике или сухостое, основной гипотезой будет разложение. Однако это ещё не означает, что именно он стал причиной гибели дерева.

Если на плодовых телах есть следы поедания, фиксируйте пищевую роль для животного, но не заключайте, что оно обязательно распространяет гриб или регулирует его численность.

Если на одном стволе встречаются несколько грибов, рассматривайте их как конкурирующее или последовательно сменяющееся сообщество, а не как одного «хозяина» древесины.

Если вид гриба не определён, описывайте его функцию с осторожностью. Иногда для точного определения нужны микроскопические признаки, анализ спор или лабораторное исследование. Съедобность тем более нельзя устанавливать по экологической роли или месту произрастания.

Что меняет такая классификация

Привычная оценка гриба обычно начинается с человеческого интереса: можно ли его собрать, опасен ли он для дерева, красив ли он на фотографии. Экологическая оценка начинается иначе: какой поток вещества проходит через гриб и какое отношение он поддерживает или разрушает.

Микоризный гриб переносит углерод растения в собственную биомассу и помогает получать ресурсы из почвы. Разрушитель древесины переводит сложный запас мёртвого дерева в доступные формы. Патоген меняет состояние живого хозяина. Пищевой гриб передаёт накопленные вещества животному. Конкурент ограничивает доступ соседнего организма к субстрату. Всё это может происходить не в разных лесах, а на одном стволе в течение нескольких сезонов.

Именно поэтому роль нельзя навсегда прикрепить к названию вида. Вид задаёт возможности, но результат формируется условиями: видом хозяина, состоянием дерева, влаж-

ностью, температурой, временем заселения, соседями и доступностью ресурсов. Один гриб может быть союзником корня и пищей для белки; другой — патогеном живого дерева и разрушителем его мёртвого ствола; третий — сапротрофом, который одновременно охотится на мелких животных и становится кормом для более крупных.

Когда мы перестаём спрашивать «полезен ли гриб», лес становится понятнее. На месте одного ярлыка появляются вопросы: для кого он полезен, на каком субстрате, за счёт чего, в какой фазе и какой ценой? Эти вопросы не усложняют наблюдение ради самого усложнения. Они позволяют увидеть, почему одно и то же плодовое тело связано одновременно с болезнью дерева, разложением древесины и питанием животного.

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.