

Ирина Привалова



Серия «Живой свет»



ЖИЗНЬ КАК ИСКУССТВО МЕНЯТЬСЯ



Жизнь продолжается там,
где меняется форма.

Ирина Привалова

Жизнь как искусство

меняться. Серия Живой свет

<https://litres.ru/74419652>

SelfPub; 2026

Аннотация

Мы редко замечаем момент, когда прежняя жизнь перестаёт нам подходить.

Сначала приходит усталость, потом раздражение, потеря интереса, ощущение внутренней тесноты. Вроде бы всё на своих местах, но внутри появляется чувство, будто ты продолжаешь жить по правилам, которые когда-то помогали, а теперь стали тесными.

Что, если с вами всё в порядке? Что, если жизнь просто требует перемен?

Живое не может оставаться неизменным. Меняются клетки, ритмы тела, состояния психики, наши отношения с собой и миром. Мы растём, адаптируемся, переживаем кризисы, завершаем одни этапы и вступаем в другие.

«Жизнь как искусство меняться» — книга о природе этих изменений. О теле и психике, о ритмах и переходах, о кризисах, старении, утрате и способности сохранять себя, оставаясь в движении.

Возможно, устойчивость — это не умение оставаться прежней. Возможно, это способность меняться и всё-таки не терять себя.

Потому что жизнь не требует сохранить однажды найденную форму. Она всё время ведёт нас в следующую.

Содержание

Глава	5
ПРОЛОГ	6
ЧАСТЬ I. ЧТО ТАКОЕ ЖИЗНЬ	15
Глава 1. Что значит быть живым	15
Глава 2. Жизнь существует во времени	22
Глава 3. Жизнь далеко от равновесия	30
Конец ознакомительного фрагмента.	39

Жизнь как искусство меняться. Серия Живой свет

Глава

ЖИВОЙ СВЕТ

Жизнь как искусство меняться

ПРОЛОГ

Жизнь, которую мы всё время откладываем

Есть странная особенность современной жизни: мы почти всегда смотрим немного дальше того места, где находимся. Ещё немного потерпеть, закончить проект, заработать нужную сумму, привести в порядок тело, разобраться с отношениями, переехать, получить новую должность, выспаться после этого сложного периода. Тогда станет легче. Тогда появится время. Тогда наконец можно будет жить.

Иногда такая установка действительно помогает двигаться вперёд. Проблема начинается там, где «потом» становится постоянным местом назначения. Один пункт сменяется другим, достигнутое быстро перестаёт радовать, а отдых превращается в награду, которую ещё нужно заслужить. Даже свободный вечер легко заполнить делами, потому что всегда найдётся что-то более важное. И человек может прожить годы в ожидании момента, когда жизнь наконец начнётся.

При этом жизнь никого не ждёт. Она идёт в дни, когда мы успеваем меньше, чем собирались, когда тело болеет, когда приходится отменять планы, когда отношения заканчиваются, когда появляется усталость, которую уже невозможно перекрыть ещё одной чашкой кофе. Она продолжается во время беременности, болезни, восстановления, старения, в периодах неопределённости и перемен, когда привычный спо-

соб существования уже закончился, а новый ещё не сложился.

Мы привыкли оценивать такие периоды по шкале эффективности. Есть состояние, в котором человек активен, продуктивен, собран и движется к цели. Есть другое, где он замедлился, устал, остановился или чего-то ещё не достиг. Первое легко назвать хорошим, второе — проблемным. Но если убрать человеческие оценки и посмотреть на живой организм, граница между «делает» и «ничего не делает» оказывается гораздо менее очевидной.

Ночью человек спит, однако тело продолжает огромную работу. Меняется активность мозга, регулируется деятельность внутренних органов, происходят процессы восстановления. После физической нагрузки организм не просто возвращается в исходную точку: он перераспределяет ресурсы, восстанавливает повреждения, приспосабливается к полученному воздействию. Болезнь тоже не сводится к моменту, когда появились симптомы. За ней стоят сложные процессы распознавания угрозы, мобилизации защитных механизмов, изменения обмена веществ и последующего восстановления.

Покой имеет собственную физиологию. Восстановление тоже требует работы.

И у этой работы есть скорость, которую невозможно определить одним желанием. Человек может решить изменить жизнь за вечер. Само решение принимается быстро. Дальше

начинается гораздо более длительный процесс: меняется поведение, перестраиваются привычки, организм привыкает к новым нагрузкам, мозгу приходится осваивать другие способы действия, а прежний опыт ещё долго продолжает влиять на реакции. Решение принадлежит сознанию, но изменение человека не происходит только в сознании.

Природа вообще не слишком хорошо приспособлена к нашему представлению о срочности. Гусеница не становится бабочкой раньше положенного срока, сколько бы мы ни считали её развитие слишком медленным. Растение не ускоряет созревание плода только потому, что человеку хочется собрать урожай сегодня. Восстановление ткани не подстраивается под рабочий календарь. Нервная система не завершает перестройку в тот момент, когда мы решили считать старый этап закончённым.

Особенно интересно, что в природе изменение формы не всегда означает движение к чему-то «лучшему». Гусеница не является неудачной бабочкой. Семя не является несовершенным растением. Молодой организм не является недоделанной версией взрослого. Каждая форма существует в определённом месте жизненного цикла и связана со своими задачами. Рост, созревание, размножение, восстановление, старение и завершение относятся к разным процессам, но все они принадлежат одной жизни.

Человек живёт внутри той же биологии, хотя современная культура предлагает ему совсем другую картину. От нас

требуется быть эффективными независимо от времени суток, быстро отвечать, быстро принимать решения, переключаться между задачами, сохранять продуктивность в период болезни, переживать потери без долгого перерыва, возвращаться к привычному ритму почти сразу после серьёзных событий. Если не получается, причина обычно ищется в самом человеке: недостаточно организован, недостаточно мотивирован, плохо распределяет время.

Но в сутках действительно может не хватать часов не только потому, что дел слишком много. Есть ещё одна причина, о которой мы редко думаем: разные процессы внутри нас идут с разной скоростью, а переход между состояниями тоже занимает время.

После напряжения требуется время для восстановления. После сильного переживания понимание произошедшего может прийти раньше, чем изменится телесная реакция: человек уже решил, что хочет жить иначе, а часть его всё ещё продолжает действовать по старым правилам.

Мы редко замечаем эту разницу, пока она не начинает мешать.

Тогда появляется ощущение, будто с нами что-то не так. Почему я всё ещё не восстановился? Почему не могу просто перестать думать об этом? Почему понимаю головой, но продолжаю реагировать прежним образом? Почему мне нужно столько времени, чтобы привыкнуть к тому, что другой человек освоил за несколько недель? Почему я не успеваю жить

в том темпе, который от меня требуется?

Иногда ответ заключается не в том, что человек недостаточно старается. Возможно, он пытается заставить разные процессы внутри себя двигаться с одной скоростью, хотя сама физиология устроена иначе.

У этого несоответствия есть вполне реальные последствия: человек может продолжать выполнять свои обязанности и внешне выглядеть вполне благополучно, хотя внутри уже идёт перестройка, которая требует времени и сил. Тело в такие периоды легко принять за помеху. Но у организма нет обязанности соответствовать скорости, которую мы выбрали для своей жизни.

И здесь появляется одна из главных особенностей живого: оно не сохраняется в неизменном виде. Чтобы продолжать существовать, ему приходится меняться.

Это видно даже на уровне отдельных клеток. Одни живут недолго и заменяются новыми, другие сохраняются годами; ткани восстанавливаются с разной скоростью. К вопросу о том, что именно делает организм непрерывным, если почти ничего в нём не остаётся неизменным, мы ещё вернёмся не один раз.

То же происходит с развитием. Ребёнок не может стать взрослым, сохранив прежнюю форму тела и прежний способ работы нервной системы. Подростковый возраст сопровождается глубокой перестройкой организма. В зрелости продолжают изменения, хотя они становятся менее заметны-

ми. Позже меняются возможности восстановления, обмен веществ, работа органов и нервной системы. Жизнь не останавливается, когда заканчивается рост.

Она просто переходит в другую фазу.

И здесь возникает мысль, которая сначала может показаться непривычной. Если живое постоянно меняет форму, возможно, сама попытка навсегда сохранить привычный способ существования противоречит устройству жизни. Мы можем сохранить отношения, профессию, привычки, представления о себе, но рано или поздно обстоятельства меняются настолько, что прежняя форма перестаёт выполнять ту работу, ради которой когда-то возникла.

Человек может годами оставаться в профессии, которая когда-то дала ему чувство смысла и безопасности. Может продолжать жить в режиме, который был необходим в период большой нагрузки, хотя сама нагрузка давно закончилась. Может удерживать отношения, привычки или представление о себе только потому, что когда-то они помогли пережить сложный период. Внешне всё ещё выглядит знакомо. Внутри уже появляется ощущение, что жизнь стала тесной.

В такие моменты особенно легко решить, что проблема находится в самом человеке. Нужно стать сильнее, дисциплинированнее, быстрее, собраннее. Нужно заставить себя снова захотеть того, чего хочется хотеть. Но иногда дело совсем в другом: прежняя форма больше не соответствует той жизни, которая внутри неё продолжается.

Это не всегда происходит драматично. Чаше перемена начинается почти незаметно. То, что раньше восстанавливало, больше не помогает. Прежний ритм становится утомительным. Старые цели перестают вызывать прежнее чувство движения. Возникает потребность в другом количестве тишины, другого рода работе, новых отношениях, ином отношении к собственному телу. Сначала это можно принять за временную усталость. Потом становится понятно, что изменилось не настроение, а сама система.

И здесь особенно важно не перепутать изменение с улучшением.

В человеческой культуре развитие почти всегда описывается как движение вверх. Мы должны становиться продуктивнее, сильнее, моложе, успешнее, осознаннее. Даже отдых часто нужен для того, чтобы потом снова работать с большей отдачей. Если движение вперёд остановилось, кажется, что жизнь остановилась вместе с ним.

Но у живого организма нет обязанности постоянно увеличивать свои возможности.

Он может расти, созреть, поддерживать достигнутое, восстанавливаться после нагрузки, перестраиваться под новые условия, стареть. Некоторые процессы идут в сторону усложнения, другие связаны с сокращением, удалением или завершением. Клетка может делиться, а может погибнуть в результате запрограммированного процесса. Ткань может восстанавливаться, а может постепенно утрачивать прежние

свойства. Завершение одного процесса иногда становится условием продолжения другого.

В этом смысле жизнь нельзя описать одной прямой линией.

У неё есть циклы, переходы, периоды активности и восстановления, расширения и сокращения. Одни процессы ускоряются, другие замедляются. Иногда организму нужно мобилизовать ресурсы, иногда — сохранить их. Одна и та же способность в разных обстоятельствах может оказаться полезной или избыточной.

Поэтому вопрос, который лежит в основе этой книги, для меня звучит немного иначе, чем привычное «как стать лучше».

Что если важнее научиться замечать, когда жизнь уже изменилась, а мы всё ещё пытаемся жить по прежней форме?

Для ответа на него нам придётся начать не с психологии и даже не с человека. Сначала нужно посмотреть на саму жизнь — на то, что вообще позволяет ей сохранять себя, оставаясь при этом в постоянном движении.

Потом мы посмотрим на время. У организма нет единого внутреннего секундомера — и от того, как он с этим справляется, зависит куда больше, чем кажется на первый взгляд.

Это означает, что человек может хотеть одного темпа, тогда как его тело живёт в другом.

Именно здесь появляется пространство для нашего главного разговора. Не о том, как найти идеальный ритм и под-

строить под него всю жизнь. И не о новом наборе правил, который нужно выполнять, чтобы наконец стать правильным человеком.

Скорее о способности замечать изменения и оставлять им место.

Потому что иногда жизнь требует ускорения. Иногда — остановки. Иногда нужно завершить то, что уже перестало работать. Иногда необходимо дать чему-то созреть. А иногда приходится признать, что прежняя форма закончилась, даже если нам очень хотелось бы её сохранить.

Живое не спрашивает, становится ли оно в этот момент лучше. Оно продолжает существовать, изменяя себя в соответствии с тем, что происходит.

И, возможно, человеку тоже не всегда нужно заставлять себя двигаться быстрее или дальше. Иногда сначала стоит понять, в какой точке жизненного цикла он находится и какое изменение уже происходит внутри него.

Потому что у жизни есть собственное время.

И если мы научимся его слышать, многое из того, за что привыкли себя ругать, может оказаться не слабостью и не неспособностью справляться, а частью естественного процесса изменения.

ЧАСТЬ I. ЧТО ТАКОЕ ЖИЗНЬ

Глава 1. Что значит быть живым

Мы настолько привыкли к жизни, что почти перестали замечать, насколько странным является само её существование. Мы просыпаемся утром, едим, дышим, двигаемся, разговариваем, устаём, спим. Всё это кажется настолько естественным, что вопрос «почему мы живые?» звучит почти нелепо. Гораздо привычнее спрашивать, здоровы ли мы, достаточно ли хорошо работает организм, хватает ли ему энергии. Но если отступить на шаг и посмотреть на жизнь как на явление природы, возникает совсем другой вопрос: что позволяет организму оставаться живым, несмотря на постоянные изменения внутри него и вокруг него?

Камень может лежать на одном месте тысячи лет, почти не меняясь. Кристалл способен расти, если вокруг есть подходящие условия, но растёт он иначе, чем сохраняет себя живой организм: у кристалла нарастает готовая структура, а организм именно поддерживает себя работой. Огонь тоже растёт, распространяется, потребляет энергию и какое-то время сохраняет форму, но прекращается, когда заканчивается приток топлива и кислорода. Вирус занимает особое положение: вне клетки он не осуществляет самостоятельный об-

мен веществ и не поддерживает собственную систему жизненных процессов, а внутри клетки использует её ресурсы и механизмы для воспроизведения.

Прионы — заражающие белки, вызывающие некоторые тяжёлые заболевания нервной системы, — смещают границу ещё дальше: у них нет ни генетического материала, ни собственного обмена веществ, а действуют они, заставляя нормальные белки клетки-хозяина менять форму по своему образцу. Само их существование говорит о том, что одной лишь способности воспроизводить свою форму — пусть даже без участия ДНК — недостаточно, чтобы говорить о жизни: нужна ещё и та самая непрерывная самоподдерживающаяся работа, о которой пойдёт речь дальше.

Граница между живым и неживым оказывается гораздо интереснее школьного определения, согласно которому живое рождается, растёт, размножается и умирает. Эти признаки действительно описывают многие организмы, но они не объясняют самого главного. Жизнь должна постоянно поддерживать собственную организацию. Для этого организм обменивается веществом и энергией с окружающей средой, удаляет ненужное, восстанавливает повреждённое, регулирует внутренние процессы и реагирует на изменения условий.

Классическое «размножается» тоже описывает не всех живых существ без исключения: мул — гибрид лошади и осла — обычно бесплоден, но не перестаёт быть живым орга-

низмом ни на минуту своей жизни. Значит, дело не в том, что организм делает время от времени, а в том, что он делает непрерывно, пока жив.

Организм не может один раз создать себя, а затем существовать в готовом виде. Внутри него постоянно что-то расходуется и что-то восполняется: молекулы синтезируются и разрушаются, клетки получают питательные вещества и выводят продукты обмена, повреждённые структуры ремонтируются или удаляются. Даже когда человек находится в покое, внутри продолжается работа, поддерживающая состав и свойства внутренней среды.

Здесь проявляется одна из главных особенностей живого: его организация держится не на неподвижности, а на продолжающемся процессе.

Если представить живое существо как неподвижную конструкцию, этот принцип легко упустить. Но стоит посмотреть на организм во времени, и становится видно, что устойчивость достигается не сохранением каждого элемента в первоначальном состоянии. Она поддерживается непрерывностью процессов. Кровь движется, дыхание меняется, температура регулируется, вещества поступают и выводятся. Организм остаётся собой благодаря тому, что через него постоянно проходит поток.

Рассматривать организм отдельно от окружающего мира — значит упускать самое важное: перед нами не автономный механизм, а временно устойчивая организация, суще-

ствующая благодаря обмену. Изменяется среда — меняются условия существования. Меняется потребность организма — перестраивается его работа. Даже внутреннее состояние, которое кажется нам стабильным, поддерживается постоянной регуляцией.

Это касается далеко не одного показателя. Артериальное давление, уровень глюкозы, состав внутренней среды, водно-солевой баланс — ни один из этих параметров не дан организму в готовом виде. Он всё время их поддерживает.

Граница между организмом и остальным миром тоже не так проста, как кажется. В кишечнике человека живут триллионы бактерий, многие из которых участвуют в пищеварении, работе иммунной системы и даже в производстве некоторых витаминов, — настолько тесно, что их совокупность иногда называют «вторым геномом». По некоторым оценкам, число таких клеток сопоставимо с числом собственных клеток человека, хотя их суммарная масса намного меньше. Значит ли это, что граница живого проходит по коже, или в неё стоит включать и это сообщество? Однозначного ответа наука пока не даёт, и сам этот вопрос — ещё одно свидетельство того, что определение жизни не сводится к простому перечислению признаков.

Для описания этого свойства существует понятие самоподдержания. В биологии и философии науки есть несколько подходов к нему. Один из наиболее известных связан с понятием автопоэзиса, предложенным Умберто Матураной и

Франсиско Варелой. Они рассматривали живую систему как сеть процессов, которая производит и поддерживает компоненты, из которых сама состоит. Организм существует не просто потому, что в нём однажды собрались определённые части. Эти части постоянно создаются, преобразуются и заменяются внутри продолжающейся организации.

Понятие автопоэзиса оказалось влиятельным далеко за пределами биологии — его позже использовали при описании иммунной системы, экосистем и даже общественных структур, — но сами Матурана и Варела настаивали, что в строгом смысле оно применимо именно к живой клетке: только у неё производство собственных компонентов и поддержание границы неразрывно связаны в одном непрерывном процессе.

В этом смысле живое больше похоже на процесс, чем на вещь.

Но слово «процесс» тоже легко понять неправильно. Речь не о хаотическом движении, где всё меняется как попало. Организм сохраняет определённые отношения между своими частями. Клетки должны получать энергию, мембраны поддерживать определённые свойства, химические реакции происходить в совместимых условиях, органы взаимодействовать друг с другом. Если эти связи серьёзно нарушаются, система теряет способность выполнять свои функции.

Живое, значит, одновременно сохраняет и меняет себя: оно должно быть достаточно устойчивым, чтобы поддержи-

вать свою организацию, и достаточно изменчивым, чтобы реагировать на окружающий мир. Полная неподвижность для него невозможна, как невозможна и полная потеря структуры.

Хороший пробный камень для той же идеи — пламя свечи. Оно тоже существует за счёт постоянного потока: воск испаряется, кислород поступает, идёт реакция горения, выделяются тепло и свет. Пламя даже способно в некотором смысле «размножаться», поджигая соседний фитиль. Но у него нет организации, которая производила бы и чинила себя: стоит прекратить подачу воска или кислорода, и пламя просто гаснет, не оставляя после себя ничего похожего на попытку сохраниться. Если задуть свечу и снова поднести к ней огонь, она загорится точно так же, как в первый раз, — прошлое пламя никак не влияет на то, что происходит дальше. У живой клетки, напротив, есть механизмы, которые распознают повреждение и стараются его исправить, опираясь на собственную историю. Разница не в том, что через систему проходит поток, а в том, что происходит с этим потоком внутри.

Человек ежедневно получает подтверждение этому на уровне собственного тела, хотя обычно этого не замечает. Мы едим, и пища становится частью сложной цепочки химических реакций. Кислород поступает в организм и участвует в производстве энергии. Продукты обмена выводятся. Повреждённые молекулы заменяются. В разных тканях клетки живут разное время и обновляются с разной скоростью.

Жизнь существует внутри этих процессов. Изменение окружающей среды требует реакции, изменение самого организма создаёт новые условия для дальнейшей работы, повреждение запускает восстановление, поступление пищи меняет внутреннюю среду и включает целую последовательность процессов. Физическая нагрузка увеличивает потребность тканей в энергии и кислороде, и организм перестраивает работу систем в ответ на неё.

При этом не всякое изменение означает развитие, рост или улучшение. Организм может увеличивать активность, снижать её, восстанавливаться, перестраиваться или стареть. Он может удалять повреждённые клетки, менять распределение ресурсов, временно снижать функции одних процессов, чтобы поддержать другие. Уже на этом уровне становится видно, что жизнь нельзя описать одной стрелкой, направленной только вперёд и вверх.

Но пока мы видим лишь общий принцип. Организм поддерживает себя через непрерывную работу, а эта работа разворачивается во времени.

У разных участков этой работы — свой, не всегда одинаковый ритм, и то, как из этого несовпадения складывается единое целое, определяет очень многое в устройстве живого.

Глава 2. Жизнь существует во времени

У живого организма есть свойство, которое мы замечаем главным образом тогда, когда оно начинает нарушаться: многие процессы происходят не когда угодно, а в определённое время. Сонливость приходит вечером, утром меняется уровень бодрствования, температура тела в течение суток немного колеблется, меняется активность гормональных систем, обмен веществ и готовность к физической нагрузке. Нам не приходится каждый раз принимать решение о том, что сейчас организму пора перейти из одного режима в другой. Значительная часть этой работы уже встроена в саму физиологию.

Причина становится понятнее, если посмотреть не на человека отдельно, а на среду, в которой возникла и развивалась жизнь. Земля вращается вокруг своей оси, поэтому смена дня и ночи повторяется с определённой закономерностью. В течение года меняется продолжительность светового дня и температура, меняются условия доступности пищи и воды, а вместе с ними для живых существ меняется сама среда существования. В природе есть приливы и отливы, сезонные циклы, периоды размножения, миграции и цветения. Живое развивалось не в мире, где условия оставались постоянными.

Насколько глубоко эта организация встроена в физиологию, показали эксперименты второй половины XX века: исследователь Юрген Ашофф на протяжении нескольких недель держал добровольцев в помещениях без окон, часов и какой-либо информации о времени суток. Ритмы сна, температуры и других процессов не исчезали — они продолжали действовать сами по себе, только их период оказывался немного длиннее суток. Это показывало, что суточная ритмичность — не выученная привычка и не что-то, навязанное извне, а собственное свойство организма, которое внешние сигналы лишь подстраивают под точные двадцать четыре часа. Похожие подходы позже легли в основу целой научной области — хронобиологии, изучающей, как именно живые системы организуют себя во времени.

Но одного факта повторения недостаточно. Для организма особенно важна предсказуемость изменения. Если свет появляется примерно в одно и то же время, температура регулярно меняется вслед за сезоном, а пища становится доступной в определённые периоды, организм получает возможность заранее перестраивать часть своих процессов. Ему не нужно ждать самого события, чтобы начать реагировать на него. Временная организация позволяет подготовиться к тому, что с большой вероятностью произойдёт дальше.

Именно поэтому в биологии существуют понятия временной организации и биологических часов. Они описывают не часы в бытовом смысле, а системы, благодаря которым фи-

физиологические процессы получают информацию о времени и могут согласовываться с повторяющимися изменениями среды. Одним из наиболее изученных примеров являются циркадные ритмы, связанные примерно с суточным циклом.

Циркадная система человека не просто отсчитывает двадцать четыре часа. Она помогает организму организовывать сон и бодрствование, изменения температуры тела, гормональную активность, обмен веществ и другие процессы в соответствии с суточным циклом. При этом внутренние часы не работают независимо от окружающего мира. Им необходимы сигналы среды, по которым организм может корректировать своё временное состояние.

Одним из главных таких сигналов является свет.

Свет поступает на сетчатку глаза и через специализированные клетки передаёт информацию о внешнем световом режиме в структуры мозга, связанные с циркадной регуляцией. Центральные часы, расположенные в супрахиазматическом ядре гипоталамуса, участвуют в координации множества суточных процессов. При этом временная организация не ограничивается одним участком мозга. В организме существуют периферические часы, работа которых связана с тканями и органами и взаимодействует с общей системой временной регуляции.

У этой системы есть и более тонкий, молекулярный уровень: почти в каждой клетке работает набор генов, продукты которых по очереди подавляют и снова запускают собствен-

ную выработку, создавая цикл длиной примерно в сутки. Открытие этого молекулярного механизма было отмечено Нобелевской премией в 2017 году. Именно эта клеточная «шестерёнка» и синхронизируется центральными часами мозга с внешним временем, а не наоборот.

В результате изменение светового режима способно отражаться далеко за пределами простого ощущения того, что стало светло или темно.

Ярче всего это заметно при перелёте через несколько часовых поясов. Внешнее время меняется быстрее, чем организм успевает перестроить все связанные с ним процессы. Человек уже находится в новом месте и смотрит на часы, которые показывают утро или вечер, а некоторые физиологические процессы ещё некоторое время ориентируются на прежний цикл. Возникает то, что мы называем джетлагом. В данном случае проблема не в том, что организм «не знает» новое время. Ему требуется время, чтобы перестроить внутреннюю временную организацию в соответствии с новым световым режимом.

Перестройка после смены часовых поясов идёт не одинаково в обе стороны: большинству людей легче сдвинуть свой ритм на более позднее время — например, при перелёте на запад, — чем на более раннее. Дело в том, что собственный, ничем не подгоняемый период циркадной системы у большинства людей чуть больше двадцати четырёх часов, и организму физически проще «растянуть» день, чем его укоротить.

тить. Этот же факт отчасти объясняет, почему многим людям в принципе легче лечь спать чуть позже обычного, чем заставить себя лечь раньше.

Похожее рассогласование может возникать и без путешествий. Ночной график работы, позднее использование яркого искусственного света, нерегулярный сон и другие изменения режима способны создавать условия, при которых социальное расписание и биологические процессы перестают полностью совпадать. Но степень такого рассогласования у разных людей различается, а сама циркадная система обладает способностью постепенно подстраиваться к изменившимся условиям.

Эта способность имеет большое значение. Если бы внутренние ритмы были абсолютно неподвижными, живому организму было бы трудно существовать в среде, которая сама меняется. В действительности биологические часы обладают определённой пластичностью. Они могут сдвигаться под воздействием светового режима и других внешних сигналов, хотя скорость и пределы такой перестройки зависят от конкретного процесса и условий.

Один из примеров такой подготовки — подъём уровня кортизола перед пробуждением: у большинства людей он начинает расти ещё до того, как человек открывает глаза, обычно за час-полтора до привычного времени подъёма. Организм не дожидается сигнала «пора вставать» — он заранее готовится к переходу в активное состояние, опираясь на

устойчивость суточного расписания, а не на сам момент пробуждения.

Живое не просто следует за изменениями среды — оно использует их закономерность для организации собственной работы.

Так было задолго до появления человеческого расписания. Организмы существовали в мире смены света и темноты, сезонов, температуры и доступности ресурсов. Естественный отбор формировал системы, способные учитывать эти повторяющиеся изменения. У разных видов возникли разные способы временной организации, соответствующие их образу жизни и условиям существования.

При этом природные циклы не являются идеально точными. Время восхода и захода солнца меняется в течение года, температура колеблется, пища может становиться доступной раньше или позже, погода нарушает привычную последовательность событий. Поэтому живой организм должен уметь не только следовать ритму, но и корректировать его.

В этом отношении биологическая система отличается от механизма, который просто повторяет одну и ту же программу. Ей приходится соотносить внутренние процессы с реальными условиями среды, а они никогда не повторяются абсолютно одинаково.

Даже суточный цикл, который кажется нам самым очевидным, не является для организма точной копией вчерашнего дня. Человек может лечь спать позже обычного, проснуть-

ся раньше, провести ночь без сна, оказаться под ярким светом ночью или несколько дней находиться без естественного освещения. Внутренняя временная организация продолжит работать, но её состояние и взаимодействие с внешними сигналами изменятся.

Биологическое время, иными словами, — не простой счётчик, который каждое утро обнуляется заново.

У организма есть способность соотносить внутренние процессы с внешними изменениями, но для этого ему требуется сама возможность воспринимать эти изменения и время на перестройку. Свет, температура, питание, физическая активность и социальный режим могут становиться сигналами, по которым система корректирует своё состояние. В хронобиологии такие внешние факторы называют цайтгеберами (от нем. *Zeitgeber*) — «датчиками времени», или синхронизирующими сигналами.

Не каждый сигнал действует одинаково и не каждый имеет одинаковое значение. Для человека свет является одним из наиболее сильных факторов циркадной синхронизации, но временная организация организма складывается из взаимодействия множества условий.

Например, время приёма пищи оказывается особенно значимым сигналом для периферических часов печени и пищеварительной системы, а физическая активность и общение с другими людьми способны сдвигать субъективное ощущение времени, даже не затрагивая напрямую центральные

часы мозга. У разных органов, иными словами, могут быть свои собственные ориентиры, и в обычной жизни они, как правило, согласованы друг с другом благодаря общему порядку дня.

И здесь появляется важное отличие между внешним временем и временем живого организма. Мы можем изменить расписание одним решением: поставить будильник на другой час, перенести рабочую встречу, отправиться в другой часовой пояс. Но внутренние процессы не обязаны перестраиваться с той же скоростью. Некоторые изменения происходят быстро, другие требуют нескольких циклов, а для третьих необходимы более длительные изменения условий.

Это не делает организм несовершенным. Такая временная инерция является частью самой организации живого.

Мы привыкли воспринимать время как одинаковую для всех величину. Часы идут с одной скоростью для каждого человека, и поэтому легко решить, что и все внутренние процессы должны успевать за этим временем одинаково. Но биология устроена иначе. В организме одновременно происходят процессы, для которых важны секунды, часы, сутки, месяцы и годы.

Пока нам достаточно увидеть сам факт: жизнь разворачивается во времени, а окружающая среда постоянно подсказывает организму, где он находится в этом времени.

Глава 3. Жизнь далеко от равновесия

Если оставить систему без притока энергии и без обмена с окружающей средой, со временем различия внутри неё начинают сглаживаться. Температура выравнивается, концентрации веществ стремятся стать более однородными, направленные процессы постепенно затухают. Для изолированной системы такое движение к равновесию естественно. Живой организм существует в совершенно другом режиме.

Пример знаком каждому: чашка горячего чая, забытая на столе, постепенно остывает до комнатной температуры и на этом успокаивается — дальше её температура сама по себе уже не меняется, потому что достигнуто равновесие с окружающим воздухом. Направление здесь всегда одно: горячее и холодное стремятся сравняться, а не разойтись ещё дальше, и без нового источника тепла процесс не повернуть вспять.

Он постоянно получает энергию и вещество из внешней среды и отдаёт ей продукты своей деятельности. Мы вдыхаем кислород и выдыхаем углекислый газ, получаем пищу и воду, выделяем тепло и выводим продукты обмена. Растения используют энергию света, воду и углекислый газ, создавая органическое вещество и возвращая часть продуктов своего

обмена в окружающую среду. Через живую систему непрерывно проходит поток, и без него она не смогла бы сохранять свою организацию.

Ещё в 1944 году физик Эрвин Шрёдингер в книге «Что такое жизнь?» сформулировал этот парадокс особенно точно. организм ухитряется избегать быстрого скатывания к равновесию — то есть к смерти, — питаясь, по его выражению, «отрицательной энтропией». Точная формулировка с тех пор не раз уточнялась, но сама идея сохранилась: живое поддерживает свою упорядоченность не вопреки законам термодинамики, а за счёт непрерывного обмена с окружающей средой. Примечательно, что эту книгу физика, а не биолога, позже называли одним из источников вдохновения для тех, кто занимался расшифровкой молекулярной природы наследственности.

На практике это означает, что организм невозможно рассматривать как изолированный объект. Даже когда человек лежит неподвижно и внешне почти ничего не происходит, внутри продолжается работа: сердце перекачивает кровь, лёгкие обеспечивают газообмен, клетки получают необходимые вещества, поддерживается температура, регулируется состав внутренней среды. Покой снаружи не означает остановки процессов внутри.

Позже эту же мысль развил физикохимик Илья Пригожин, предложивший понятие диссипативных структур — устойчивых, упорядоченных состояний, которые возникают

именно в открытых системах, далёких от равновесия, и существуют только пока через них проходит поток энергии. За эту работу он получил Нобелевскую премию по химии. Живой организм — самый сложный из известных примеров такой структуры, но далеко не единственный: сама идея показывает, что порядок и устойчивость — вовсе не редкость, которую жизнь единолично привносит в неживую вселенную, а нечто, что физика допускает и вне жизни, при подходящих условиях.

В термодинамике организм относят к открытым системам. Он может поддерживать состояние, далёкое от равновесия, потому что постоянно обменивается с окружающей средой энергией и веществом. Для этого обмена не требуется, чтобы каждое внутреннее изменение было заметным. Многие параметры могут оставаться относительно стабильными именно потому, что их непрерывно поддерживают процессы регуляции.

Регуляция температуры тела — наглядный пример этой особенности. Организм постоянно теряет тепло, но одновременно производит его и регулирует его отдачу. При изменении температуры окружающей среды меняются кровоток, теплоотдача, мышечная активность и обмен веществ. Мы воспринимаем результат как сохранение температуры в определённом диапазоне, хотя внутри системы для этого всё время происходят изменения.

То же относится к концентрации веществ во внутренней

среде. Клетки существуют благодаря различиям между внутренним и внешним пространством: отличаются концентрации ионов, электрические потенциалы, содержание различных веществ. Эти различия не возникают один раз и не сохраняются сами собой. Их приходится поддерживать, расходуя энергию.

Если работа, которая поддерживает такие различия, прекращается, они постепенно исчезают.

В этом и заключается важное отличие живого от изолированной системы. Равновесие стремится сгладить различия, тогда как организм постоянно создаёт условия, при которых необходимые различия могут сохраняться.

Здесь возникает связь между жизнью и вторым началом термодинамики. В изолированной системе энтропия в целом не уменьшается, однако открытая система может поддерживать локально упорядоченное состояние за счёт обмена с окружающей средой. Организм получает энергию, использует её для своей работы и выделяет тепло и другие продукты, увеличивая энтропию окружающей среды. Поэтому жизнь не нарушает термодинамические законы. Она существует внутри них.

Более простые примеры можно увидеть и в неживой природе. Если равномерно нагревать слой вязкой жидкости снизу, при определённой разнице температур в ней спонтанно возникают упорядоченные ячейки циркуляции — так называемые ячейки Бенара. Ураган — ещё один пример: устой-

чивая, узнаваемая структура, которая существует только за счёт постоянного притока тёплого влажного воздуха и разрушается, как только этот приток прекращается. Ни то, ни другое не является живым, но оба явления показывают: способность потока энергии рождать упорядоченность — не привилегия жизни, а общее свойство систем, далёких от равновесия. Разница появляется дальше — в том, что живая система умеет не только поддерживать такую упорядоченность, но и подстраивать её под меняющиеся условия, ремонтировать повреждения и передавать свою организацию дальше.

Иногда эту картину упрощают до противопоставления: энтропия означает хаос, а жизнь будто бы борется с хаосом. Такое объяснение слишком грубое: у энтропии в термодинамике нет ничего общего с бытовым беспорядком, и жизнь никак не нарушает законы природы. Существенно другое: живой организм способен поддерживать определённую организацию благодаря постоянному обмену с внешним миром.

Это можно представить через водоворот в реке. Его форма какое-то время остаётся узнаваемой, хотя вода внутри него постоянно движется и каждое мгновение сменяется новой. Если перекрыть поток, водоворот исчезнет. Он существует не как отдельный предмет, а как устойчивый рисунок движения.

Организм, конечно, несравнимо сложнее водоворота, но сам принцип здесь полезен: устойчивость может быть свойством продолжающегося процесса, а вовсе не неподвижной

конструкции. Пока сохраняются условия, поддерживающие движение, может сохраняться и определённая форма.

Именно поэтому стабильность живого не следует понимать как отсутствие изменений. Температура тела остаётся в относительно узком диапазоне не потому, что внутри ничего не меняется, а потому, что организм постоянно компенсирует возникающие отклонения. Артериальное давление, кислотно-щелочное состояние, содержание глюкозы и другие параметры тоже поддерживаются работой множества процессов.

Если человек теряет воду, меняется объём жидкости в организме, концентрация растворённых веществ, работа почек и гормональная регуляция. Возникает жажда, изменяется распределение жидкости, организм старается сохранить наиболее важные для него параметры. Пока возможностей для такой регуляции хватает, внутреннее состояние остаётся в допустимых пределах.

При недостатке кислорода, пищи или энергии происходит то же самое в другом масштабе. Организм не может просто продолжать работать совершенно одинаково, если изменились условия, от которых зависит его существование. Меняется активность отдельных процессов, перераспределяются доступные ресурсы, возникают новые ограничения.

Важен здесь не абстрактный запас энергии сам по себе, а постоянный доступ к источникам, которые организм способен использовать. Полученная энергия преобразуется и на-

правляется на поддержание работы системы. Когда приток становится недостаточным, постепенно сокращаются возможности сохранять прежнюю организацию.

На примере клеточной мембраны видно, насколько непрерывным является этот процесс. Она разделяет внутреннюю и внешнюю среду клетки, но сама эта граница поддерживается благодаря работе клеточных механизмов. Различия в концентрации ионов по обе стороны мембраны требуют постоянных затрат. Пока энергия доступна, система поддерживает их; когда её становится недостаточно, градиенты начинают разрушаться.

Масштаб этого потока может быть удивительным: по некоторым оценкам, взрослый человек в состоянии покоя за сутки синтезирует и расходует количество АТФ — универсального переносчика энергии в клетке — сопоставимое с собственным весом тела, хотя в каждый конкретный момент в организме присутствует лишь малая часть этого количества. Энергия не запасается впрок в готовом виде — она непрерывно производится и тут же используется, и при физической нагрузке этот оборот становится ещё больше.

То, что выглядит как устойчивое состояние, оказывается результатом продолжающейся работы.

При тяжёлом нарушении энергетического обеспечения этот принцип становится особенно очевидным. Когда клетки перестают получать достаточно энергии, постепенно нарушается поддержание электрохимических градиентов, ме-

няется состав внутренней среды, прекращается нормальная работа многих зависимых от энергии процессов. Система теряет способность поддерживать прежнюю организацию.

В этом смысле прекращение жизни связано не только с остановкой отдельных функций. Постепенно исчезает сама способность поддерживать согласованное состояние.

Но одного потока энергии для жизни недостаточно. Внутри организма одновременно происходят тысячи процессов, и они должны быть связаны определённым образом. Продукты одних реакций становятся исходными веществами для других, изменение концентрации одного вещества влияет на следующие процессы, работа одной системы меняет условия для другой. Поток поддерживает жизнь только потому, что внутри организма он включён в определённую организацию.

Организм одновременно отделён от внешней среды и связан с ней обменом. Клеточная мембрана создаёт границу, через которую проходят вещества и сигналы. Дыхательная система связывает внутреннюю среду с атмосферой, пищеварительная получает вещества извне и преобразует их, кровообращение переносит кислород, питательные вещества и сигналы между тканями. Граница здесь не означает изоляцию. Она создаёт условия для обмена, сохраняя при этом различие между внутренним и внешним.

Жизнь существует далеко от равновесия не вопреки постоянному движению, а благодаря ему. Организм сохраняет определённую организацию, пока через него проходят энер-

гия и вещество, пока поддерживаются необходимые различия и пока процессы внутри системы остаются согласованными.

Эта устойчивость имеет особое свойство: она никогда не бывает окончательно достигнутой. Организм не получает состояние, которое затем можно просто сохранять. Условия меняются, расходуются ресурсы, возникают новые требования, и система снова должна поддерживать себя.

Жизнь сохраняет форму благодаря потоку, а не благодаря неподвижности.

Но если поток постоянно проходит через организм, возникает следующий вопрос: что происходит с самим телом? Ведь вещества, из которых мы состоим, тоже не могут оставаться неизменными. Если организация сохраняется, а поток продолжается, то материал организма должен каким-то образом постоянно меняться.

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.