

## Как это читать?

Писанину, которую вы держите в руках, можно использовать минимум двумя\* различными способами.

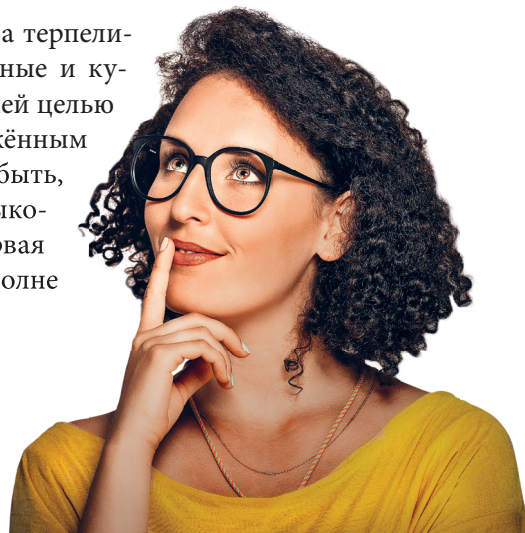
\*Разумеется, помимо очевидного варианта с использованием её в качестве подпорки для неровно стоящей мебели. Надеемся, до такого не дойдёт.

**Первый пригодится, если вы, что называется, «полный нуб» в школьном предмете.** В этом случае полезно жевать текст вдумчиво и неспешно, ~~от корки до корки~~, от начала и до конца, никуда не сворачивая и не перепрыгивая. А ещё лучше, оставляя по ходу дела закладки и делая карандашом пометки для памяти на полях.

Описанный метод позволит авторам постепенно ввести вас в мир наук о живом, плавно знакомя с нужными терминами и концепциями.

Почему так? **Биология — наука сложная**, а иногда, прямо скажем, ~~ож~~**рентительно** пугающе сложная. Если спешить, то уже через несколько страниц обнаружишь, что выпал из контекста и перестал читаемое понимать. Как бы сильно мы ни старались ~~разжевать~~ адаптировать наиболее жёсткую биологическую «матчасть» к мозгу обывателя (с помощью приколов, разговорных словечек, мемов и метафор), впереди вас ждёт все-таки до фига трудных мест.

Мы очень старались как-то награждать за терпеливое чтение людей, потративших свои кровные и купивших эту ~~не самую дешёвую~~ книжку. Нашей целью было изложить суть доступно и приближённым к обывденному языком. Получилось, может быть, с перегибами, которые всякие ~~ханжи~~ языковые пуристы не одобряют, но это наша первая книжка, и нам некоторые огрехи стиля вполне простительны.





Ещё раз озвучим дисклеймер: трудные для запоминания вещи мы по несколько раз повторяем на разные лады в разных местах книги. Это не ошибка и не **обязательно** результат плохой редактуры — это мы так стараемся упростить восприятие материала для непривычных к нему мозгов. Считайте подобную вязкость стиля особой «учительской» профдеформацией.

При этом всё равно в какой-то момент текст неизбежно покажется вам непонятным и напичканным специфическими терминами. Для успешного преодоления таких мест начинать стоит с малого и уминать данный текст потихоньку.

Изучение биологии, как уже говорилось, это не «спринт», а вполне себе «марафонская дистанция». Практика показывает, что любить документалки про живую природу желательное, но, мягко говоря, недостаточное условие для чтения книжек про науку о живом (особенно тех, что связаны с молекулами, клетками и тканями). Прозвучит банально, но нужно иметь до фига усидчивости, чтобы эту беду сколь-нибудь адекватно осилить. Спешка, по известной поговорке, нужна при охоте на известных эктопаразитов, однако не при знакомстве с одной из важнейших для человечества наук.

**Второй способ извлечения пользы из нашей писанины** годится, если вы уже ориентируетесь в предмете и листаете просто для расширения уже имеющихся знаний. В таком случае допустимо действовать чутка иначе.

Загляните в оглавление, найдите в нём разделы, которые вам лично интересны (вариант: знакомы хуже остальных). Смело пихайте туда закладки и читайте выборочно лишь то, что принесет вам наибольшее удовольствие. Перепрыгивайте с главы на главу, в каком вам заблагорассудится порядке. Каждый раздел здесь, хоть и опирается **примерно** на ранее изложенный материал, все-таки написан так, что его вполне можно прочесть (и понять) в отрыве от остальной книги.





## Почему стоит предпочесть первый способ, даже если уже недурно разбираешься в предмете?

Повторение (согласно латинской поговорке\*) — мать учения. Пока ваши жадные до знаний глазки скользят по уже известному вам материалу, в сером веществе мозга синхронно возбуждаются мириады связанных с этими кусочками информации клеток, а главное, актуализируются синапсы (межнейронные контакты) между ними. Чем большее число раз оживляется связанная с вашими знаниями «мокрая нейросеточка» в черепе, тем крепче и надёжнее становятся полезные связи между нейронами. А это для наших с вами (образовательных то есть) целей — вещь архиполезнейшая\*\*.

\**Repetitio est mater studiorum* (читается «рэпэТИцио эст МАТэр студи-Орум»). В этой книжке время от времени будет попадаться латынь, и не везде мы будем приводить её транскрипцию на русский. Однако читается она, как видите, даже без дополнительной помощи очень просто.

\*\*На самом деле ещё более полезно пытаться объяснять запоминаемый материал другим людям, поэтому любой увлечённый своим делом научпопер — это всегда ещё и немножко «самообразованец».

По тексту книги (ради пущей читательской отрады) разбросано некоторое количество курьезных фактов и всякие картинки. Сделано это для того, чтобы чтение «сплошняком» не казалось слишком скучным, в том числе и для уже искусленного в предмете человека.

**Что ещё стоит знать об этой книжке?** Материал структурирован по главам-вопросам. Имеется множество сносок, которые помогут чуть глубже узнать о положении вещей по обсуждаемому вопросу. Время от времени из одной части текста авторы будут ссылаться на другую его часть. Если внутреннее чутьё подсказывает, что не мешало бы освежить ранее прочитанное, то — добрый совет — доверяйте этому своему чутью.

Также в конце книги есть **Приложение**, а в нём — список непонятных биологических терминов, который поможет облегчить усвоение материала тем, кто решит двигаться чуть более ускоренным путем. И ещё есть **Список**



**литературы**, который поможет после прочтения данного опуса самостоятельно погрузиться в тему наук о живом.

Ну и ещё один важный момент: по пути вы встретите большое количество куар-кодов, которые ведут либо

- а) на интернет-источники, где можно почитать подробнее про обсуждаемые в книге вещи (тексты там идут вперемешку: русские и английские), либо на
- б) разнообразные картинки (иногда видео) с интернет-смешнявками, которые призваны сделать процесс освоения книги более комфортным и приятным.

Можете эти штуки игнорировать совсем (общая логика изложения не страдает), а можете время от времени наводить на квадратики с чёрно-белой пиксельной хренью камеру своего смартфона, дабы получить дополнительное удовольствие / пользу от этой книги. Дело хозяйское.





# Зачем вообще знать биологию? Где ~~нормальному~~ ~~человеку~~ эти знания пригодятся?

Вопрос в заголовке, надо отметить, совершенно не праздный, и задавать его не просто можно, но и по нынешним временам обязательно нужно, причём как можно чаще.

Почему так?

Мы живем в эпоху, когда информация на башку сыплется буквально со всех сторон, а ресурс для её переваривания (мокрая нейросеточка в черепе) весьма ограничен. Поэтому люди объективно на каждом шагу нуждаются в каком-то минимальном отчёте: на кой леший им тратить и так дефицитное время на изучение того, что вроде как не принесёт понятных дивидендов в ~~обозримом~~ будущем. И это касается далеко не только впитывания системы школьных знаний.

В начале XXI века институт формального образования стремительно несется ~~в-низ~~ к состоянию кризиса. Его ценность на каждом шагу подвергается сомнению, ведь с одной стороны, у нас двадцать с гаком лет имеется интернет, где буквально за пару кликов (если знать, что и как искать) находится ответ практически на любой вопрос. А ещё там обнаруживаются мириады платных / бесплатных курсов, которые могут даже немного способного к самообразованию гражданина ввести в большинство сфер человеческой деятельности — от писательства и сценаризма до создания игр и теоретической физики.

При этом не то, что в средней школе, но даже в среднеспециальных и высших учебных заведениях до сих пор не существует учебных курсов по чертовой прорве современных профессий. Яркий пример — сфера создания компьютерных игр (которой в качестве хобби интересуется один из соавторов). Вузовская специальность по данной теме на момент сдачи книги в издательство была открыта



лишь в одном (1) вузе страны. Практически 100% работающих в данной сфере людей в 2024 году — это самоучки.

Формальное образование (причём не только в нашей стране) может на десятилетие-другое отставать от актуального рынка труда. Новые профессии в той же сфере информационных технологий возникают ежедневно, а освоить их можно заведомо лишь на практике или с помощью все того же самообразования\*. Это создает нехилые вызовы для людей, к которым большинство (особенно МЖ40+) внутренне не больно-то и готовы.

\*Непосредственно им вы сейчас и занимаетесь, друзья.

С другой стороны, даже в крупных компаниях эйчары (так называют чуваков, которые решают, будете вы в данной конторе работать или нет) сегодня всё реже интересуются местом получения и даже направленностью формального образования соискателя. Есть «вышка» (любая) — и этого вполне достаточно для дальнейшего разговора.

Разумеется, касается это не всех профессий. Врачей дистантно не учат и учить начнут, видимо, не скоро. Однако соискателей на должность, скажем, программистов, а еще художников, тестеров, копирайтеров, редакторов, аналитиков, селлеров, ~~сноубордеров~~... и много кого еще берут на работу (особенно в частном секторе) вообще без какого-то формального образования, лишь бы имелся подходящий опыт работы в нужной сфере и/или интересное портфолио.

Но мы, кажется, отделились от главного предмета разговора — биологии. Итак, каждому школьному учителю рано или поздно задают вопрос, который вынесен в заголовок этой главки. За годы работы в довольно большом ВК-паблике про науки о живом (просто наберите слово «биология» в ВК-поиске по сообществам) мы сформулировали некий набор доводов в защиту изучения этой сферы «простыми людьми». Его теперь можно выкладывать любому прагматично мыслящему школьнику\*\* в ответ на резонно заданный им вопрос «а вот на фигуа?»

\*\*Равно и взрослому. Для затыкания дыр в образовании представлениях об окружающем мире.

Итак, **во-первых**, в курсе биологии речь идет о фундаментальных знаниях, которые проверены десятилетиями (часто — столетиями) развития



Кроме того, даже простая возможность помочь своему ребёнку с домашними заданиями или самостоятельно (пускай в первом приближении) разобраться, почему та или иная ошибочная концепция «не работает», окажется кстати — вы такую возможность обязательно потом оцените.

Современный человек без минимального объёма фундаментальных знаний о мире — это «социальный инвалид». Дрейф там примерно в ту же сторону, что и функциональное неумение читать / писать. Жить-то, в принципе, с этим можно. А вот полноценно жить — нет. Сложившаяся социальная действительность таким людям будет «делать больно» на каждом шагу.

Ну или ещё точнее. Не знать (хотя бы в общих чертах) школьную биологию — это всё равно что пребывать по ту сторону «цифровой пропасти», когда человек не умеет сам пользоваться интернетом, не имеет возможности решить какую-то проблему удалённо (с помощью смартфона) и поэтому постоянно вынужден обращаться к тем, кто этому нехитрому делу давно научился.

**Во-вторых**, созданные на основе наук о живом прикладные технологии окружают нас повсюду: это наша пища, одежда, бытовая химия, ~~сериалы про работу врачей и судебных экспертов~~, медицина и ветеринария.

Чтобы хотя бы примерно ориентироваться в том, куда все это пугающее разнообразие катится и как оно фурьчит, необходимо в добровольно-принудительном порядке вкурить некоторое количество скучных знаний, ведь все наши технологии — это не более чем надстройка над какими-то базовыми естественными и точными науками, из которых биология — по искреннему убеждению авторов — важнейшая. Владение её основами входит в здоровое «ядро» личности человека, который принадлежит к современной цивилизации.

Нужны дополнительные доводы? Их также есть у нас.

Без знания биологии вас легко обманет нечистоплотная реклама. Это может вылиться как просто в избыточную трату денег, так (в запущенных случаях) и в потерю средств к существованию. Без этих знаний слишком легко окажется доверить свое здоровье циничным шарлатанам\*, что может иметь ультимативно плохие последствия для вашей (и ваших близких) жизни, а также для её качества в будущем.



и пьянит. А также, не скроем, офигенно «подсаживает» на себя. Открывшуюся таким образом жажду познания потом будет так просто уже не утолить.

Мы со своей стороны можем сделать для популяризации результатов биологии в народных массах не так чтобы много\* (однако это честная работа) — мы постараемся рассказать о некоторых аспектах современных наук о живом максимально **а)** просто и **б)** нескучно.

## Зачем ещё написана эта книга?

Смотрите, друзья. Есть проблема: биология у нас в стране пребывает в довольно **неприятном** неоднозначном состоянии. Хороших учёных не так чтобы много: люди непрерывно выучиваются и уезжают работать в другие страны. Наука недостаточно финансируется, а открытия, такое впечатление, совершаются густым потоком «где-то ещё», а не у нас (что, конечно, не так, однако впечатление у народа создается именно такое — и это не мотивирует людей идти в соответствующую профессию).

Также это видно, например, по тому, что наши школьники (стабильно «рвущие» всех на международных олимпиадах по физике, математике и программированию) в международных биологических олимпиадах занимать заметные места стали лишь относительно недавно\*.

*\*И надеемся, что в этом есть маленькая толика труда нашего ВК-сообщества.*

Авторам, как патриотам, за такое положение дел делается немножечко обидно. И решить эту проблему, как нам видится, реально лишь с помощью вовлечения в биологию «широких масс». Сейчас объясним, почему.

Вот, допустим, есть вид спорта футбол. В нём какая-нибудь Аргентина, Испания или ещё какая испаноязычная страна выглядят существенно выгоднее, чем Россия.



В чём причина? В том, что у нас спортсменам мало платят? Отнюдь.

Причина в том, что у нас совершенно не развит футбол как низовой массовый спорт. Мало пацанов гоняет мячик во дворах — мало юных спортсменов попадает на отбор в юношеские спортивные лиги — существенно ниже уровень отбора (просто по генетике) в профессиональные спортивные клубы.

В той же Латинской Америке футбол — это буквально религия и зачастую вообще единственный способ для какого-нибудь уличного пацана «выбиться в люди». В России вариантов для вертикальной социальной мобильности на порядок больше, и мотивация фанатично гонять мячик, соответственно, у пацанов во дворе оказывается на порядок ниже.

С биологией дела обстоят примерно так же. Мало людей здесь «внизу» знают и понимают эту науку — имеем малое число всерьез вовлечённых в неё талантов, не такие высокие результаты на олимпиадах — не так хорошо развита наука в стране в целом.

Мы хотим решать эту проблему, что называется, с её «корней». И для этого, во-первых, ведём соответствующий паблик в главной российской социальной сети. А во-вторых, мы написали вот такую книжку, где много-много всяких сложных вещей про науки о живом объясняем простым матерным языком для тех, кто, скорее всего, никогда биологию своей профессией не сделает (но некоторые все же вдохновятся и сделают). Капля за каплей такое «введение биологии в моду» на микроуровне вполне может со временем сработать и изменить что-то на уровне по стране в целом. По крайней мере, мы на такое развитие событий искренне надеемся.



# ГЛАВА 1



## Что такое жизнь?

*Смерть — это дело живых.*

Станислав Лем, «Приключения Ийона Тихого»

*— О, Мария, я, кажется, нашёл смысл жизни!*

*— Это всё прекрасно. Вот только лапоть его руками ещё, пожалуй, рановато.*

Анекдот

**Коротко для тех, кого «ломает» читать главу целиком.** Из нижеследующего (относительно длинного) текста вы извлечёте большую пачку сведений про смысл жизни то, насколько же сильно, на самом деле, размыта граница между живыми и не (вполне) живыми системами в природе.

Мёртвая канарейка, как известно, весьма наглядно отличается от канарейки живой. Она не так хорошо летает, совсем не поёт, плохо пахнет, и вряд ли найдётся дурак, который за неё заплатит в зоомагазине. На этом уровне отделение живого от неживого не представляет вроде бы никакой сложности. Мы все интуитивно понимаем, о чём идет речь.



\*Кома — это такое угрожающее жизни состояние между жизнью и смертью, в котором у пострадавшего нет сознания, отсутствует или



ослаблена реакция на внешние раздражители, угасают рефлексы, нарушается глубина и частота дыхания и пр. Наверняка вы слышали это слово в медицинских сериалах и интуитивно понимаете, что ничего хорошего для угодившего в неё человека оно не означает.

А вот другой пример. Положим, перед нами гражданин, который лежит в коме\* много недель и, допустим, даже месяцев. Приборы, измеряющие электрическую активность его мозга, показывают прямую линию. Однако сердце исправно стучит, почки успешно фильтруют кровь и выделяют мочу, а организм вполне себе питается. Правда, питание для этого надо подавать особое и сразу же внутривенно.

Жив ли такой человек\*\*?

\*\*Называется описанная фигня грозным словосочетанием «вегетативный статус».

Или вот вам третий пример. Перед нами молекула ДНК, которая упакована в специальную коробочку из белков, благодаря чему может какое-то время путешествовать (с мельчайшими каплями сөнлей) по воздуху. Если такая коробочка случайно попадет на слизистую носа\*\*\*, то есть вероятность, что она найдёт там нужную ей клетку, а в той клетке — нужный ей белок-рецептор на поверхности клеточной мембраны. Войдя одним из своих белков в рецептор, как ключ в замок, она даёт клетке сигнал («Я вкусная!») и побуждает её втянуть себя внутрь.

\*\*\*Интересно, что попасть туда она может опосредованно. Сначала сядет на мокрую поверхность вашего глаза, потом со слезами по специальному носослёзному каналу окажется смытой в носовую полость.

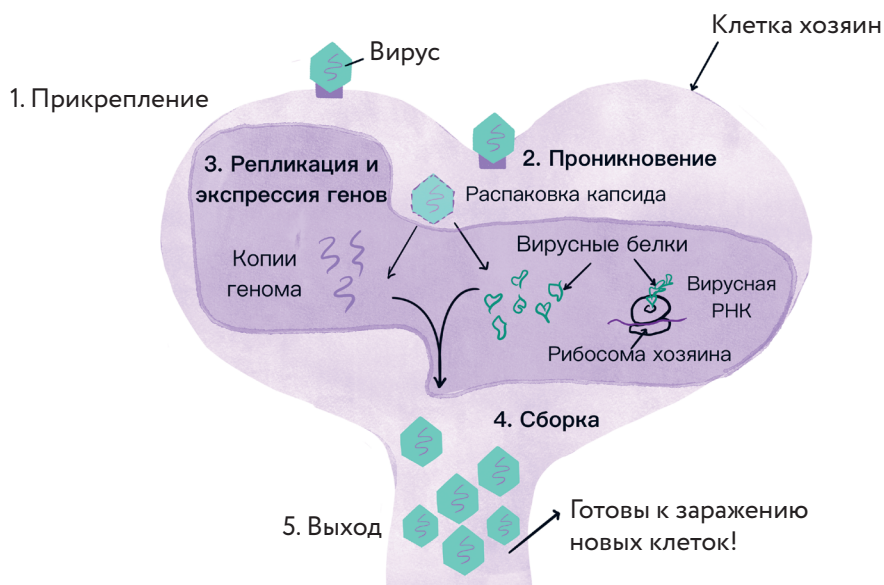
Отсюда мораль: опасаетесь заразиться респираторными инфекциями — носите не только маску, но и очки.

Так происходит заражение клетки вирусом — специальным кусочком биологического текста, который, будучи клеткой прочитан, подчиняет её своей воле, превращая в своеобразного одноклеточного «зомби». Вирус заставляет порабощённую клетку клепать множество копий собственной ДНК, а также



белок вирусной «упаковки» (капсида). В цитоплазме клетки эти компоненты собираются в готовые вирусные частицы (вирионы) с размноженными копиями вирусной ДНК внутри.

По мере накопления таких частиц в цитоплазме клетка потихоньку гибнет, а все наштампованные ею ранее вирусы вываливаются через лопнувшую мембрану наружу, продолжая заражать чувствительные к ним клетки.



Сама эта вирусная ДНК, что характерно, не имеет ни собственного обмена веществ, ни способности к самокопированию. Она даже не умеет самостоятельно двигаться, представляя из себя буквально «сообщение» в коробке — фрагмент длинного кода, состоящего из молекулярных «букв», который упакован в белковый капсид. По сути, речь идёт даже не о живой системе, а об обычной (но сложной) органической молекуле. Для самокопирования и самовоспроизводства эта молекула эксплуатирует ресурсы клеток, но сама по себе на эти процессы она не способна.



Однако вот загадка. Почему-то при всём сказанном биологи на полном серьёзе уже десятилетиями (!) дискутируют о том, можно ли рассматривать вирусы (ещё раз: речь-то идет просто о молекуле нуклеиновой кислоты\* в белковой упаковке!) как особую форму **неклеточной жизни**?

\*РНК-вирусы науке также известны, причём, что называется, в ассортименте. Это вирусы сарком и лейкозов кур, сарком и лейкозов млекопитающих, Т-лимфотропные вирусы человека и обезьян, включая печально известный ВИЧ.

Короче, вопрос о природе жизни и ее границах — это тот ещё философский (и научный) геморрой. Удивительно, но даже спустя века после возникновения науки о живом это вроде бы базовое для **«биологии»** (от древнегреческого bios — жизнь и logos — учение) понятие до сих пор так и не имеет общепринятого определения.



Живой звездочёт (*Uranoscopus sulphureus*) прячется в неживом песке

Причина у такого парадокса есть, и причём веская. Состоит она в том, что пресловутая граница между живым и неживым — ежели её рассмотреть «под лупой», то есть на уровне молекул и биохимических процессов — резко туманится, становится до невозможности зыбкой. Понять интуитивно, где тут заканчивается «нежизнь» и начинается «жизнь», становится уже совсем не просто.

На кой учёным вообще заморачиваться определением жизни как феномена? Одна из причин этого в том, что поиски жизни на других планетах (как и на Земле) проблематичны без чёткого понимания, что именно мы ищем.

Попытки найти внятное описание для феномена жизни начались задолго до появления современной науки. Например, древнегреческий персонаж по имени Аристотель (матёрый дядька, выдающийся философ и учитель того самого Александра Македонского) уже считал, что животные и растения «не одинаково живые». И этот мужик, заметьте, ещё даже ничего не знал про вирусы.



Кто-то, учившийся ещё в советской школе, наверняка помнит определение жизни, которое дал другой философ (немецкий), Фридрих Энгельс: «Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причём с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка» («Анти-Дюринг»).

В целом, этих определений можно насобирать огромную кучу, и это имело бы смысл, если бы перед авторами стояла задача увеличить объём текста (а ещё — предельно унылизировать чтение). Мы так делать из уважения к вам не будем и просто примем отсутствие единого определения жизни как данность, а сами бессовестно двинемся дальше.

Современные знания позволяют биологам однозначно утверждать, что все известные нам проявления жизни имеют общее происхождение, то есть единого предка\* в далёком прошлом, к которому тянутся все ниточки генеалогии живых существ (как современных, так и большинства вымерших). Это знание, в принципе, уже позволяет описать некие наиболее базовые свойства, которые в разных комбинациях характерны для известных науке живых систем.

\*Подробно про этого предка мы поговорим в главе «Что за птица «генетический код» и какие песни на допросе она поёт?»

Но это знание не снимает проблему, а ставит дополнительные вопросы. Обязательно ли строго такое сочетание свойств жизни указывает на наличие жизни? Нет ли во вселенной жизненных форм, которые обладают совершенно другим набором её свойств? Как относиться бедному крестьянину биологу к промежуточным системам, имеющим лишь некоторые из этих свойств? Возможно ли существование живых (а может, даже и разумных) систем, которые радикально не соответствуют нашим критериям жизни?

Давайте с этим как-то разбираться.

Вот список свойств живого, который можно (с некоторыми вариациями) прочитать в любом учебнике для поступающих в вузы. Пробегите его глазами и постарайтесь что-нибудь да запомнить.



**1. Единство химического состава.** Живые организмы состоят из принципиально тех же самых химических элементов, что и неживые тела (минеральные породы, звёзды). Однако можно сказать, что живые существа гораздо менее разнообразны: внутри них комбинируются главным образом довольно малое (по сравнению со всей таблицей Менделеева) количество «органогенных» химических элементов. Это углерод (С), кислород (О), водород (Н), азот (N), фосфор (P), натрий (Na), кальций (Ca), хлор (Cl), магний (Mg). Остальные химические элементы тоже присутствуют, но обычно их на порядки меньше.

И этот набор химических элементов у всех живых существ Земли плюс-минус такой же — резко ни у кого от этого списка он не отличается.

При этом, если подняться с уровня атомов на уровень молекул, то для любого известного нам живого существа характерны вещества, которые в неживой материи встречаются очень редко (нуклеиновые кислоты, аминокислоты, липиды). Единственное место, где в неживой природе такого баракла относительно навалом, — это огромные глыбы льда с вмёрзшей в них органикой и метаном, которые грудятся на периферии нашей системы в поясе Койпера. Нам они гораздо шире известны под названием «кометы». Но об этом мы поговорим позже, в своё время.

**2. Иерархичность.** Биологические системы устроены точь-в-точь как вложенные друг в друга матрешки, с множеством так называемых «уровней сложности».

Каждый из них состоит из элементов более низкого уровня организации: экосистему формируют разные биологические виды, те собраны из популяций. Далее в этом «ряду упрощения» идут отдельные организмы. Потом системы органов — органы и ткани — клетки — молекулы. Об этом свойстве живого мы также чуть подробнее поговорим уже в следующей главе.

**3. Дискретность** — это как раз свойство, при котором целое обязательно дробится на какое-то ограниченное число элементов. Например, система наследственности в биологии организована на базе конечных